new 6

Elettronica 2000

ELETTRONICA APPLICATA, SCIENZA E TECNICA

160 - GIUGNO 1993 - L. 6.000

Sped. in abb. post. gruppo III

hi-tech

UN FRIGORIFERO PER L'ESTATE

ELETTROTERMOAGOPUNTURA

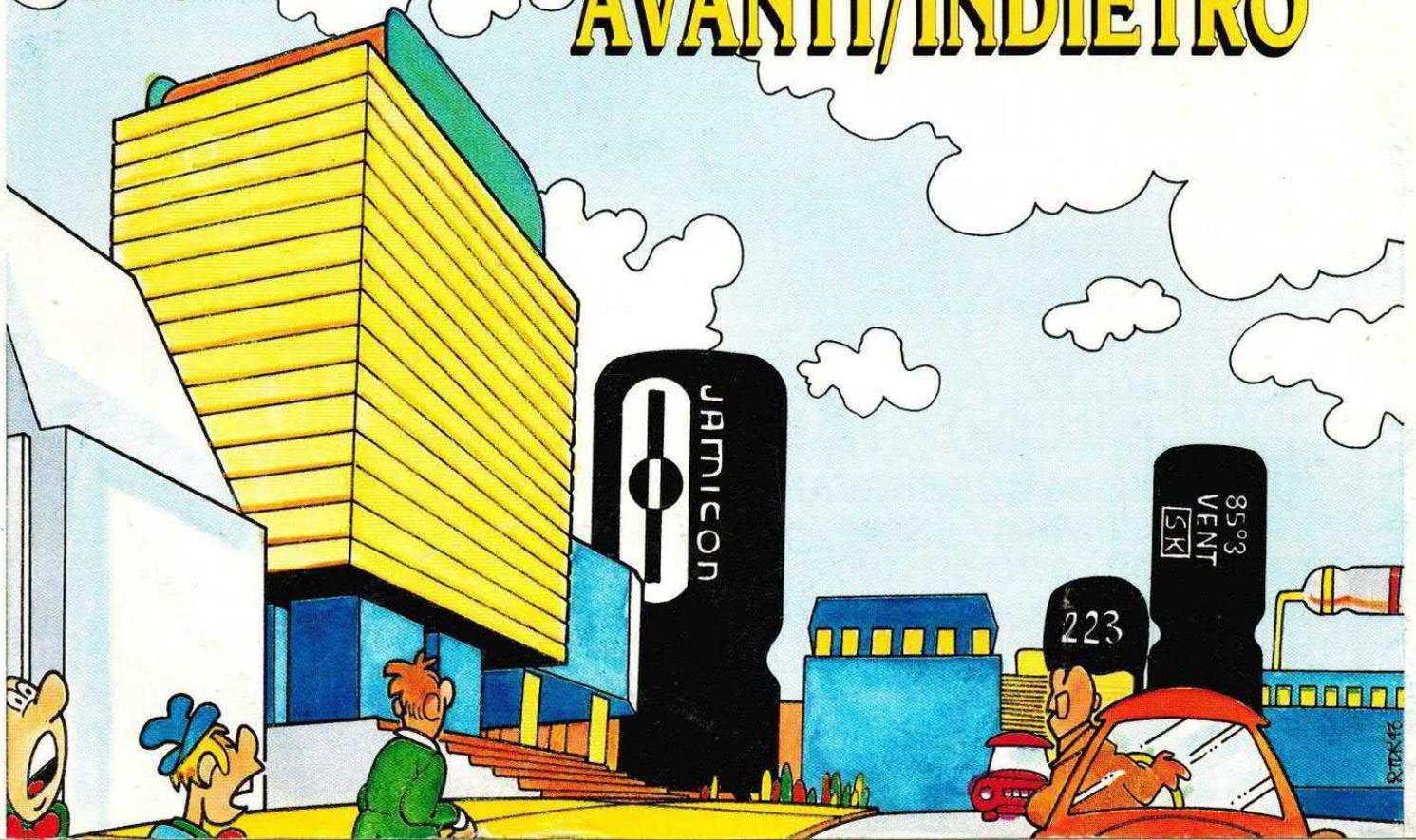
TESTER PER TRIAC ED SCR

INVERTER 12/220V A PONTE

UN SENSORE AD INFRASUONI

TERMOSTATO A DUE SOGLIE

disco

LUCI SEQUENZIALI AVANTI/INDIETRO

SOMMARIO

Copertina: Una tavola di L. Muratore.

Direzione
Mario Magrone

Redattore Capo
Syra Rocchi

Laboratorio Tecnico
Davide Scullino

Grafica
Nadia Marini

Collaborano a Elettronica 2000
Mario Aretusa, Giancarlo Cairella, Marco Campanelli, Beniamino Coldani, Emanuele Dassi, Giampiero Filella, Giuseppe Fraghì, Paolo Gaspari, Luis Miguel Gava, Andrea Lettieri, Giancarlo Marzocchi, Beniamino Noya, Mirko Pellegri, Marisa Poli, Tullio Policastro, Paolo Sisti, Margie Tornabuoni, Massimo Tragara.

Redazione
C.so Vitt. Emanuele 15
20122 Milano
tel. 02/781717
Per eventuali richieste tecniche chiamare giovedì h 15/18

PER LE NI-CD

Ho recentemente realizzato il vostro caricatore per batterie NiCd pubblicato nel fascicolo 92 della rivista e vorrei ora utilizzarlo per ricaricare un pack da 3,6 V - 170 mA, che purtroppo non è menzionato nella tabella inserita nell'articolo. Quello che vi chiedo è se posso farlo e, in caso affermativo, quali modifiche devo apportare.

Claudio Negri - Verona

In linea di massima è possibile usare il nostro caricatore per una NiCd da 3,6 volt 170 mA. Provi ad apportare le seguenti modifiche al circuito: R5 = 15 Kohm; R7 = 2,2 Kohm; R8 = 15 ohm 1 W; R14 = 2,7 Kohm. Il resto lo lasci pure com'è.

PER IL PRE A VALVOLE

Nell'articolo del finale a mosfet 150W pubblicato in novembre/dicembre 1991 di Elettronica 2000, a proposito del guadagno in tensione avete detto che per ottenere dal circuito la massima potenza con un segnale d'ingresso più basso di quello specificato basta elevare il valore della resistenza R7; ma non avete detto se è possibile il contrario, cioè ridurre il valore di tale resistenza al fine di ottenere la massima potenza con un segnale d'ingresso più ampio, senza saturare il finale. Poi volevo sapere le caratteristiche del preamplificatore valvolare pubblicato in ottobre 1991...

Salvatore Sapuppo - Aci S.F.

Certo che è possibile ridurre la R7 per diminuire la sensibilità del finale. Tenga conto che sempre negli amplificatori a retroazione (per una questione di stabilità) si può ridurre il valore della resistenza o impedenza di retroazione; infatti l'operazione contribuisce ad aumentare la stabilità dell'amplificatore e non crea alcun problema di funzionamento. Per determinare l'amplificazione, ovvero il guadagno in tensione del finale, si usa la formula seguente:

$$Av = \frac{R7 + R6}{R6},$$

dove Av è il guadagno in tensione e le resistenze sono espresse in ohm. La formula vale però entro la banda passante. Quanto al preamplificatore a valvole, le sole caratteristiche che possiamo dare sono le seguenti:

— Amplificazione di tensione = 20 ÷ 25
— Banda passante = 10 Hz ÷ 20.000 Hz
— Linearità della banda passante = ± 1 dB
— Rapporto segnale rumore ≃ 50 dB
— Distorsione segnale rumore ≃ 0,5%.

Altre caratteristiche non possiamo darle perché non le abbiamo rilevate.

Tutti possono corrispondere con la redazione scrivendo a Elettronica 2000, Vitt. Emanuele 15, Milano 20122. Saranno pubblicate le lettere di interesse generale. Nei limiti del possibile si risponderà privatamente a quei lettori che accluderanno un francobollo da lire 750.

MOSFET UNA MANIA

Ho realizzato una versione stereo del finale 100/200W a mosfet pubblicato su Elettronica 2000 di febbraio 1989, dotandolo di un circuito di controllo volume e toni alti e bassi costruito in kit (Else Kit RS253); ho incontrato però qualche problema: il controllo dei toni bassi mi sembra poco efficace, anche ruotando il cursore del potenziometro verso il massimo l'amplificazione ottenuta è scarsa. Inoltre in questa condizione sento un rumore di fondo. Come posso fare per eliminare questo rumore? Ho collegato il controllo toni tra le uscite della piastra di registrazione e gli ingressi del finale; ho fatto male? Inoltre come posso rendere più efficiente il controllo dei bassi?

Daniele Polese - Benevento

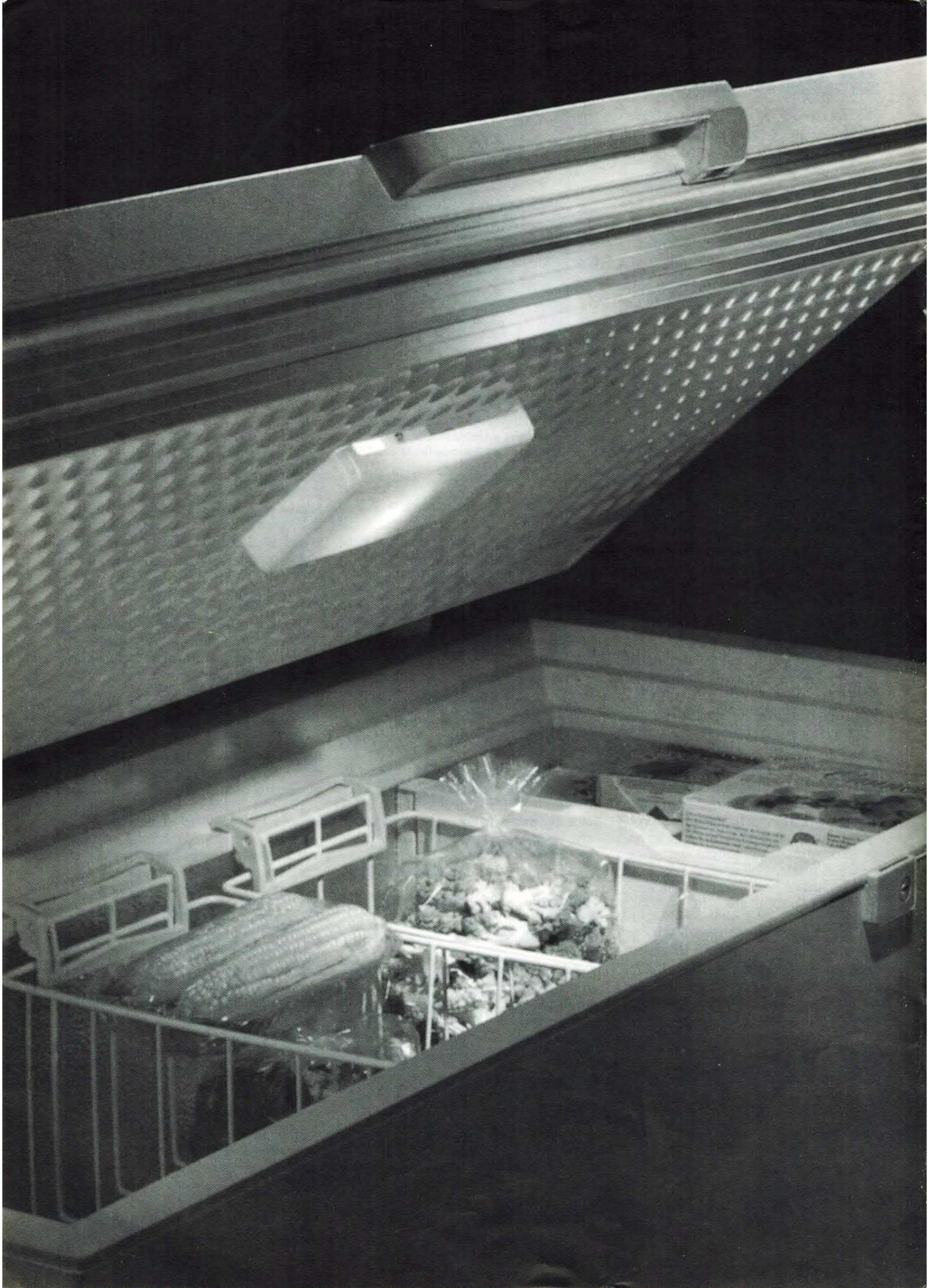
Il circuito per il controllo di toni e volume è anche un preamplificatore? Comunque, è giusto come lo ha collegato.

Se non amplifica a dovere i bassi i motivi possono essere diversi; dovremmo vedere lo schema. Poi bisogna vedere se il segnale audio che manda in ingresso al circuito ha una giusta proporzione alti/bassi o è povero di questi ultimi, nel qual caso non è facile intervenire con un solo controllo di toni ma occorre una rete di compensazione, peraltro sconsigliabile perché interverrebbe anche usando altre fonti di segnale col risultato di attenuare gli alti.

Quanto al rumore di fondo si può migliorare la situazione inserendo tutti i circuiti in un contenitore di metallo collegato in un solo punto alla massa dell'alimentatore (negativo, o GND se l'alimentatore è duale), ponendo a massa il contenitore (se di metallo) di ciascun potenziometro ed evitando che tocchi col contenitore.

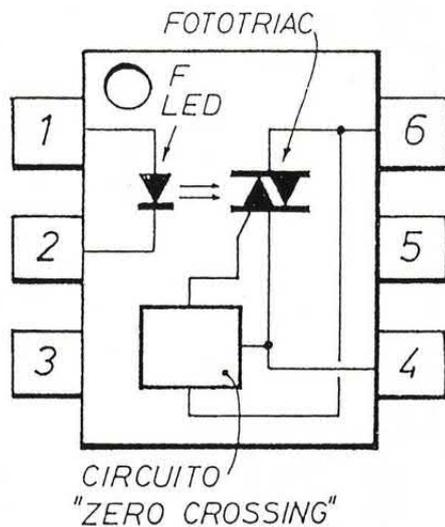
CHIAMA 02-78.17.17

il tecnico risponde il giovedì pomeriggio dalle 15 alle 18

RISERVATO AI LETTORI DI ELETTRONICA 2000

AUTOMAZIONE

THERMO CONTROLLER

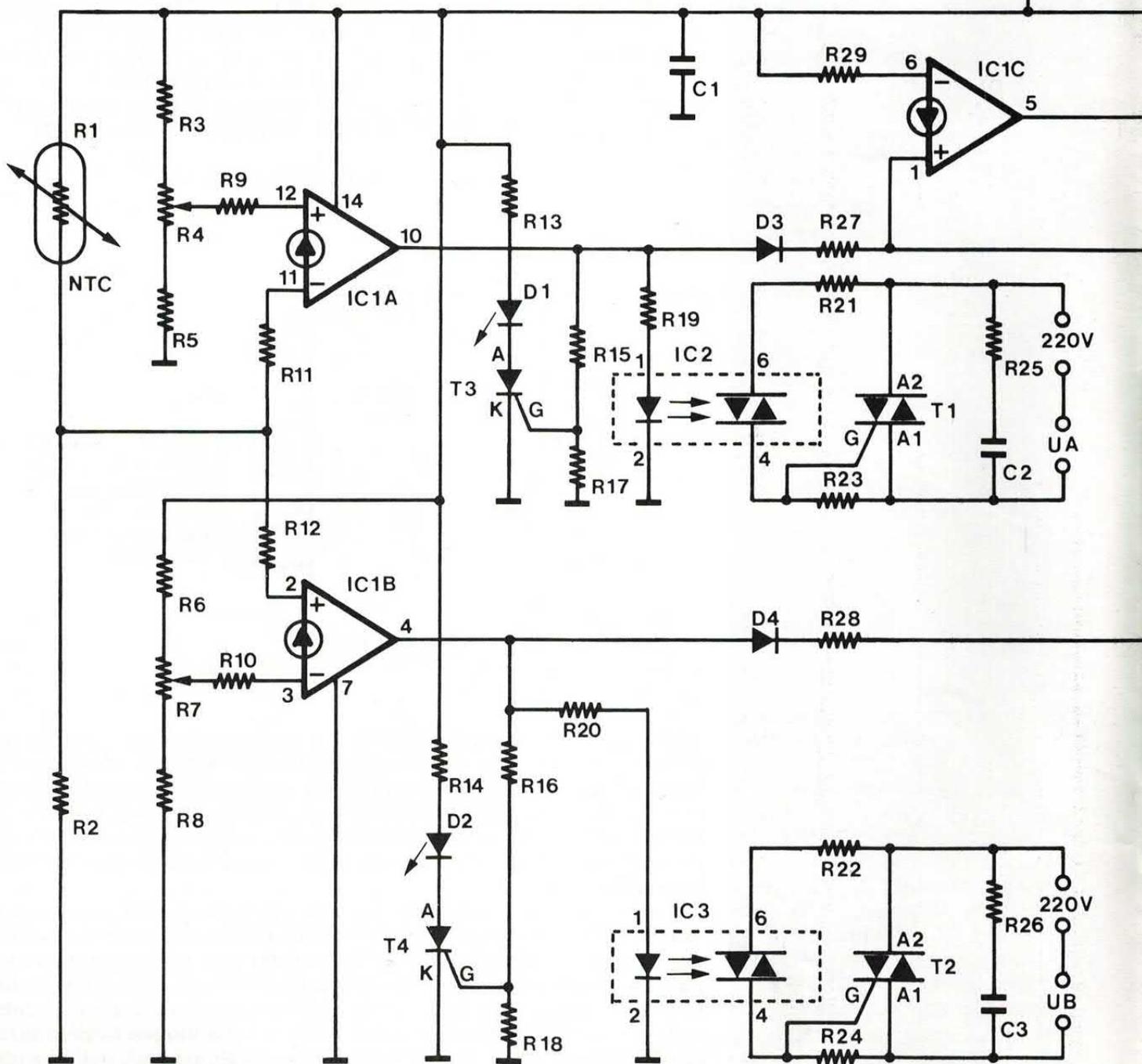
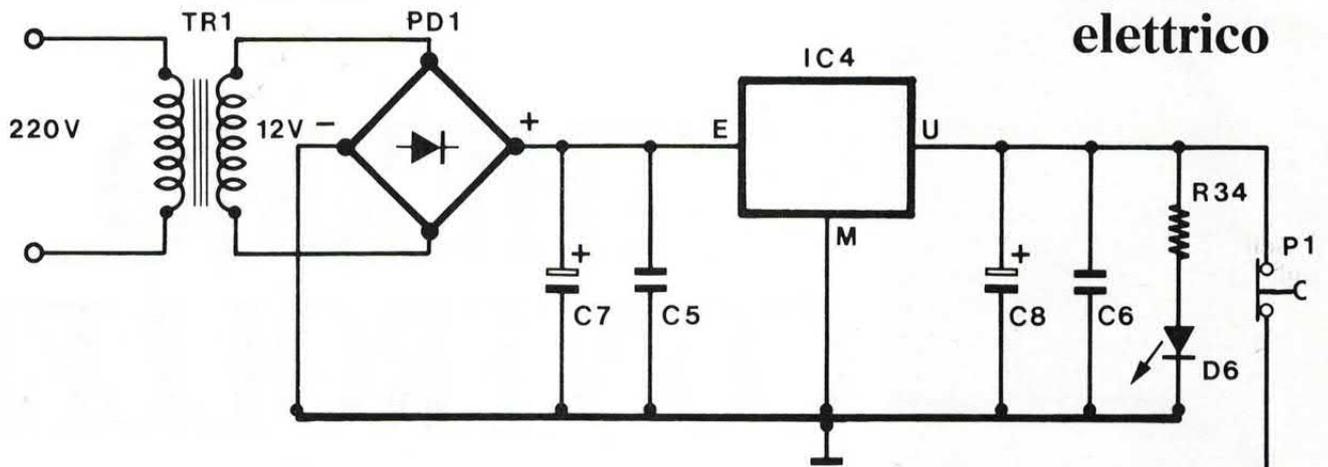
PER CONTROLLARE E MANTENERE COSTANTE LA TEMPERATURA IN QUALSIASI AMBIENTE, UN PRECISO TERMOSTATO CHE PERMETTE DI CONTENERE LA TEMPERATURA RILEVATA DA UN'APPOSITA SONDA ENTRO DUE SOGLIE. DUE CIRCUITI DI POTENZA ALLO STATO SOLIDO CONSENTONO IL CONTROLLO DI UN RISCALDATORE E DI UN RAFFREDDATORE.

di GIANCARLO MARZOCCHI

Schema interno del MOC3020; quando viene polarizzato ed acceso il LED, il fototriac entra in conduzione!

Per chi s'interessa di elettronica il progetto di un termostato non rappresenta certo una novità, eppure può capitare che fra i tanti schemi proposti qua e là talvolta non si riesca a reperire quello più idoneo per far fronte a una specifica e reale esigenza pratica. Com'è noto, un dispositivo termostatico viene utilizzato in tutti quei sistemi che necessitano di un controllo costante della temperatura intorno a un valore prestabilito.

Lo troviamo familiarmente in molti elettrodomestici, per esempio nel frigorifero, per regolare l'entità del freddo e assicurare la perfetta conservazione delle vivande; nel forno della cucina, per mantenere rigorosamente costante la temperatura di cottura dei cibi; nello scaldabagno, per consentire l'erogazione dell'acqua calda alla giusta temperatura. Altre vantaggiosissime applicazioni si hanno poi negli impianti di climatizzazione domestici e industriali, negli acquari, nelle incuba-

FOTO SIEMENS

schema elettrico

trici e in molte apparecchiature scientifiche.

Questo mese vogliamo proporvi un nuovo progetto di termostato la cui caratteristica innovatrice principale è proprio il principio di funzionamento, alquanto diverso da quello degli usuali regolatori termici. Anziché basare il controllo della temperatura su un'unica soglia di rilevazione, abbiamo studiato il modo di poter mantenere costante la temperatura entro due limiti prefissati di riferimento, inferiore e superiore, ottenendo un campo di regolazione (meglio conosciuto come «curva termica del termostato») più o meno ampio, adattabile a qualsiasi impiego.

Se il valore misurato della temperatura risulterà compreso tra questi due estremi di riferimento il termostato non entrerà in funzione, mentre attiverà una o l'altra delle sue due uscite indipendenti a 220 volt nei casi in cui la temperatura scenderà al di sotto del limite minimo prestabilito o supererà quello massimo. Potrà così venire alimentato, nella prima evenienza un riscaldatore elettrico per creare un incremento di calore e riportare il valore della temperatura entro i limiti voluti; nella seconda, un dispositivo refrigeratore per sottrarre calore e perciò abbassare la temperatura.

LA SCELTA DELLE USCITE

Ampia facoltà, tuttavia, di utilizzare una sola delle due uscite di servizio, limitando il funzionamento del termostato al controllo di una singola e precisa temperatura. Un'ulteriore importante peculiarità del nostro dispositivo va poi ravvisata nello speciale isolamento elettrico esistente tra la sezione di controllo a bassa tensione e quella di potenza che alimenta i carichi di uscita a 220 volt. Con tale soluzione progettuale l'incolumità personale nell'installazione e nell'uso del termostato risulta maggiormente garantita, come pure del resto l'affidabilità dell'intero circuito elettronico.

Le uscite A e B vengono attivate quando la tensione ai capi della R2 esce dalla finestra di valori impostati mediante R4 ed R7.

SCHEMA ELETTRICO

L'elemento sensibile alle variazioni della temperatura è costituito da un termistore NTC (Negative Temperature Coefficient) che, come molti sanno, è un componente resistivo il cui valore ohmico è funzione della temperatura; più precisamente, la sua resistenza elettrica diminuisce all'aumentare della temperatura, motivo per cui viene chiamato termistore a coefficiente di temperatura negativo.

Il campo di funzionamento del termostato viene definito, a seconda delle applicazioni, tra due temperature: minima e massima, che corrispondono rispettivamente alle due tensioni di riferimento degli applicatori operazionali di tipo Norton, IC1A e IC1B, configurati come semplici comparatori di livello. Ai capi della resistenza R2 si stabilisce una tensione di valore proporzionale a quello della temperatura letta dalla sonda NTC, e attraverso le resistenze R11 e R12 tale tensione viene applicata sugli ingressi invertente di IC1A e non invertente di IC1B.

Se la temperatura rilevata è compresa nell'intervallo operativo del termostato la resistenza caratteristica assunta dal sensore NTC provoca una caduta di tensione su R2, il cui valore è rispettivamente maggiore e minore di quello delle due tensioni di confronto applicate sugli operazionali IC1A e IC1B.

LA FINESTRA DI TENSIONE

Le uscite di questi amplificatori pertanto non riportano alcuna variazione di stato e i due rele' statici, formati dai fotoaccoppiatori IC2 e IC3 insieme con i triac di potenza T1 e T2, rimangono disattivati.

Se ora la sonda NTC subisce un riscaldamento, la sua resistenza intrinseca diminuisce determinando un aumento della tensione ai capi di R2. Allorché l'incremento della temperatura è tale da superare il limite massimo consentito dal termostato (regolato dal trimmer R7) la tensione che si presenta all'ingresso non invertente (pin 2) di IC1B è maggiore

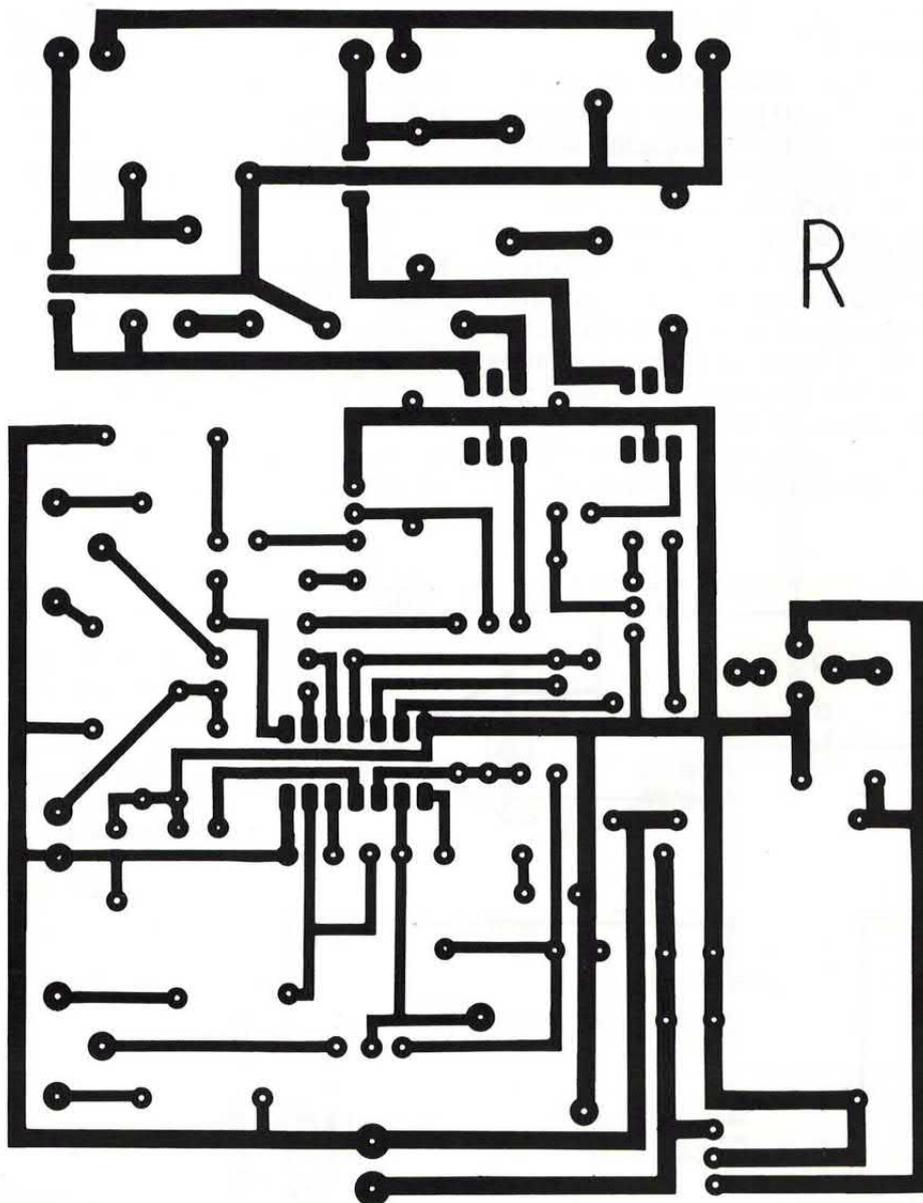
della tensione di riferimento applicata sull'ingresso invertente (pin 3) e perciò l'uscita dell'amplificatore operazionale raggiunge un valore di tensione alto.

In questa situazione, tramite la resistenza R20, il fotoacoppiatore IC3 (un GE3020) viene correttamente alimentato. Questo optocomponente si presenta esternamente come un integrato plastico «minidip» a sei piedini, al cui interno sono racchiusi un led infrarosso e un fototriac ricevente connessi tra loro soltanto da fotoni emessi dal led. Quindi i due si trovano elettricamente isolati.

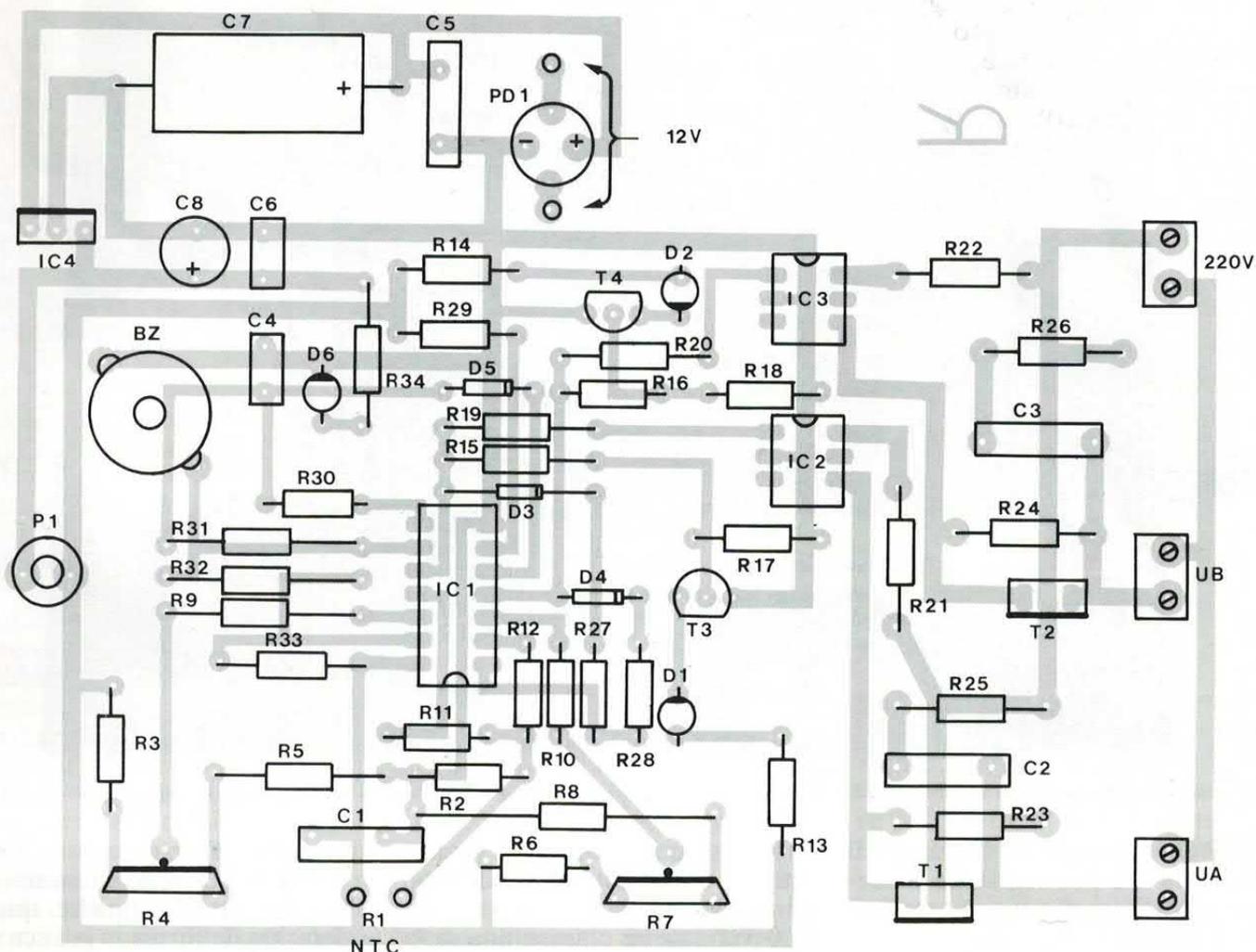
LE USCITE OPTOISOLATE

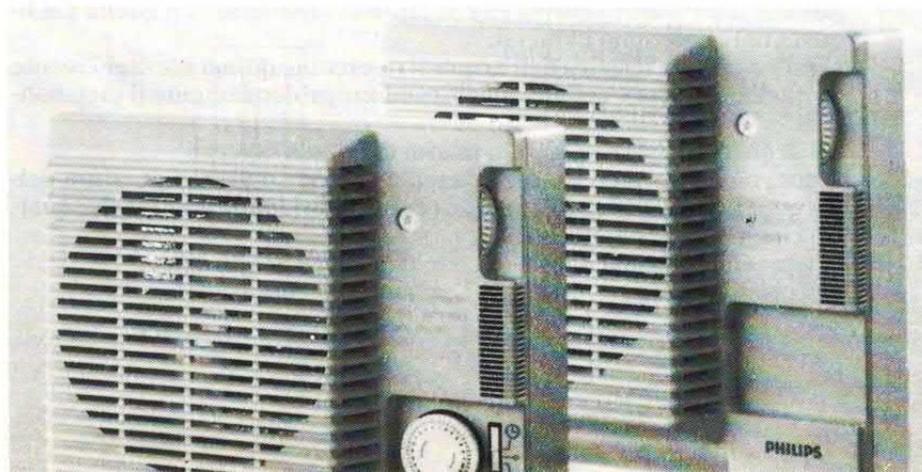
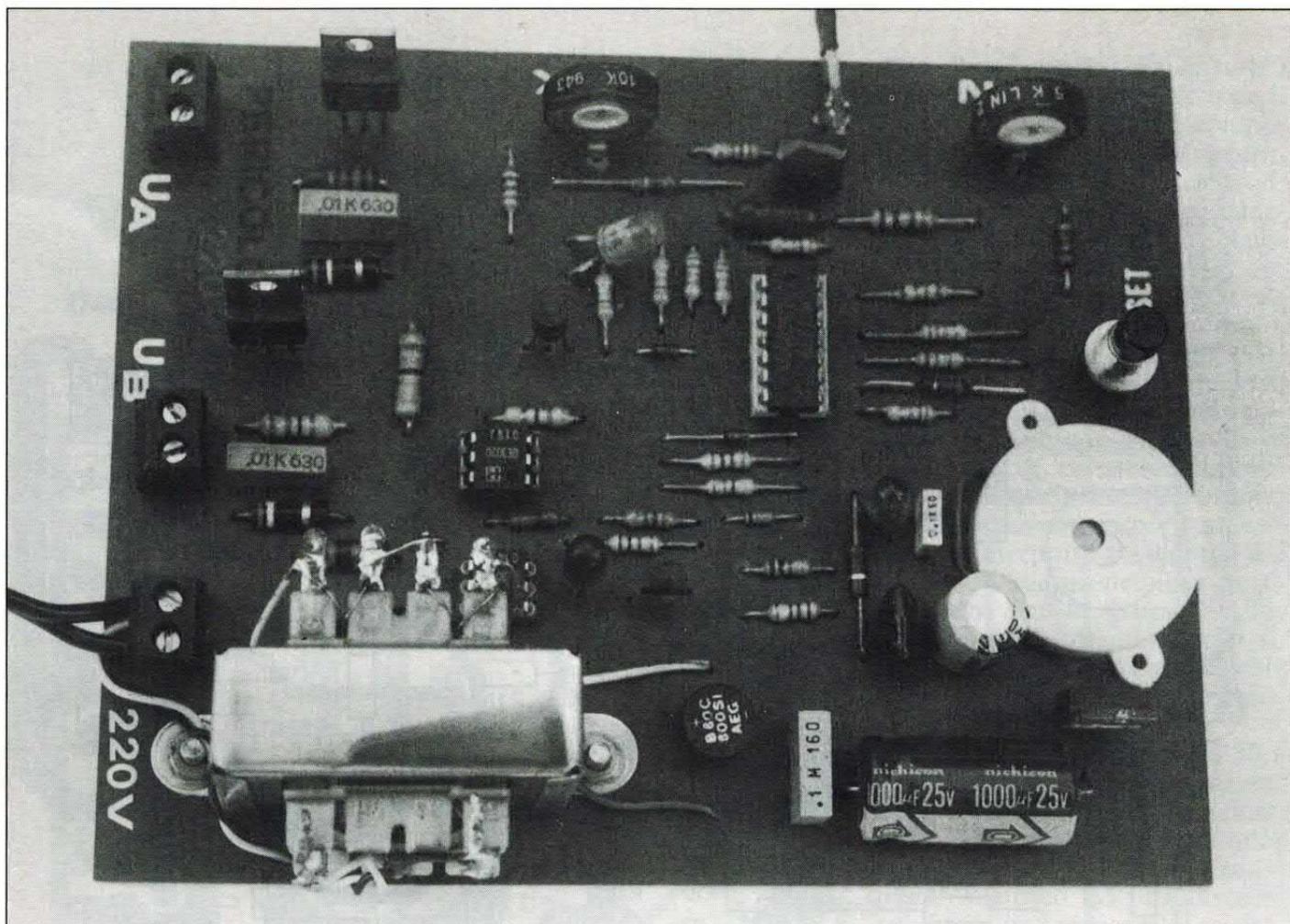
Il fototriac contenuto nel chip viene utilizzato per pilotare il triac di potenza esterno T2, così da poter controllare una maggiore corrente di servizio. Nel fotoaccoppiatore GE3020 è anche compreso un circuito che rivela il passaggio per lo zero (zero crossing) della tensione alternata di rete; cioè uno stadio in grado di segnalare il momento in cui la sinusoide da positiva diventa negativa e viceversa, inversione che, per la frequenza di rete a 50 Hertz, si verifica 100 volte al secondo.

Questi impulsi di «zero crossing» vengono trasformati in un segnale a 100 Hertz, perfettamente sincronizzato con la frequenza di rete, che porta in conduzione il fototriac e quindi il triac esterno ad esso collegato ogni qualvolta il valore della tensione di rete si avvicina allo zero, ossia in prossimità dell'inizio di ogni semiperiodo. In tal modo sia il triac che il carico vengono protetti dalle intense correnti di spunto che si produrrebbero se il triac venisse innescato, per esempio, in corrispondenza del picco positivo o negativo della tensione di rete.

Inoltre con questa tecnica vengono ridotte considerevolmente anche le irradiazioni di natura elettromagnetica che possono arrecare seri disturbi alla radioricezione AM (onde medie). La tensione presente sull'uscita di IC1B porta in conduzione pure il diodo

COMPONENTI

R1 = NTC 5 Kohm 20 °C
R2 = 5,6 Kohm 2% 1/4 W
R3 = 3,3 Kohm 5% 1/4 W
R4 = 5 Kohm trimmer
R5 = 1,5 Kohm 5% 1/4 W
R6 = 1 Kohm 5% 1/4 W
R7 = 10 Kohm trimmer
R8 = 3,9 Kohm 5% 1/4 W
R9 = 330 Kohm 5% 1/4 W
R10 = 330 Kohm 5% 1/4 W
R11 = 330 Kohm 5% 1/4 W
R12 = 330 Kohm 5% 1/4 W
R13 = 1 Kohm 5% 1/4 W
R14 = 1 Kohm 5% 1/4 W
R15 = 4,7 Kohm 5% 1/4 W
R16 = 4,7 Kohm 5% 1/4 W
R17 = 470 ohm 5% 1/4 W
R18 = 470 ohm 5% 1/4 W
R19 = 1 Kohm 5% 1/4 W
R20 = 1 Kohm 5% 1/4 W
R21 = 56 ohm 5% 1/2 W
R22 = 56 ohm 5% 1/2 W
R23 = 330 ohm 5% 1/2 W
R24 = 330 ohm 5% 1/2 W
R25 = 39 ohm 5% 1/2 W
R26 = 39 ohm 5% 1/2 W
R27 = 470 Kohm 5% 1/4 W
R28 = 470 Kohm 5% 1/4 W
R29 = 1 Mohm 5% 1/4 W
R30 = 330 Kohm 5% 1/4 W
R31 = 8,2 Kohm 5% 1/4 W
R32 = 1,5 Mohm 5% 1/4 W
R33 = 1,5 Mohm 5% 1/4 W
R34 = 1 Kohm 5% 1/4 W
C1 = 100 nF

disposizione componenti

I componenti prendono posto sul circuito stampato (la cui traccia è illustrata nella pagina accanto in scala 1:1); il termistore può stare all'esterno, se occorre, collegato con due fili.

C2 = 10 nF 630 Vl
C3 = 10 nF 630 Vl
C4 = 100 nF
C5 = 100 nF
C6 = 100 nF
C7 = 1000 μF 25 Vl
C8 = 220 μF 25 Vl
T1 = TRIAC 400 V - 10 A
T2 = TRIAC 400 V - 10 A
T3 = SCR BR103 (100V-800mA)
T4 = SCR BR103 (100V-800mA)
D1 = led giallo
D2 = led rosso
D3 = 1N4148
D4 = 1N4148
D5 = 1N4148
D6 = led verde
IC1 = LM3900
IC2 = GE3020 (MOC3020)
IC3 = GE3020 (MOC3020)
IC4 = LM7812
PD1 = Ponte di diodi 80V - 1A
BZ = Buzzer piezoelettrico
P1 = Pulsante normalmente chiuso
TR1 = Trasformatore di alimentazione 220V/12V 1 VA

SCR T4, il quale fa illuminare il led spia D2 per segnalare il sorpasso della soglia superiore d'intervento del termostato.

Indicazione questa che rimane anche dopo il ristabilimento della temperatura entro i limiti imposti, avvisandoci così che il dispositivo è dovuto intervenire, almeno una volta, per riportare nella norma la termostaticità del sistema sotto controllo. Premendo il pulsante P1, se non persistono situazioni termiche anomale, si ottiene il reset istantaneo dei due led spia.

L'altra condizione verificabile è che la sonda NTC subisca un raffreddamento tale per cui la resistenza aumenta fino a ridurre la tensione ai capi di R2 a un valore inferiore a quello di riferimento (impostato mediante il trimmer R4) presente sull'ingresso non invertente di IC1A. Ciò fa si che l'uscita di questo amplificatore operazionale raggiunga un livello di tensione prossimo a quello di alimentazione, con la conseguente attivazione del rele' statico che fa capo al fotoaccoppiatore IC2 del led spia D1.

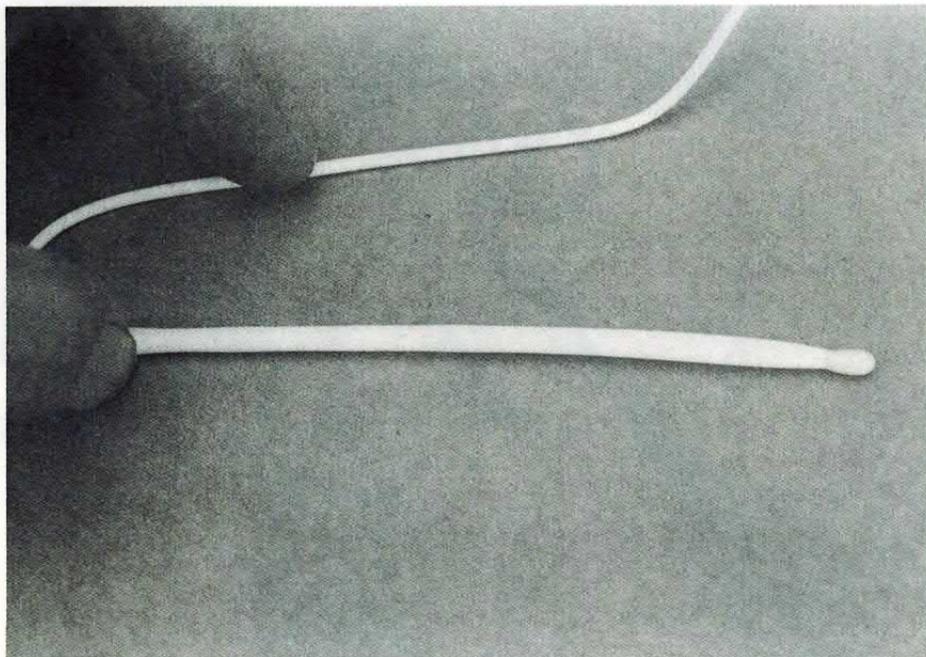
Per tutto il tempo che rimane attivo il termostato e quindi sono alimentate le uscite di servizio a 220 volt, viene emessa una nota acustica continua generata dall'oscillatore di bassa frequenza realizzato con l'operazionale IC1D. Infatti, appena una delle due uscite degli amplificatori IC1A e IC1B si porta ad un livello di tensione alto, l'ingresso non invertente di IC1C viene a trovarsi anch'esso «alto» e poiché questo operazionale forma in pratica una porta logica «OR», l'uscita (pin 5) commuta da «0» a «1» inibendo il diodo D5 che sblocca il funzionamento dell'oscillatore di nota.

Passiamo ora a quanto serve per la costruzione.

PER GLI ACQUARI

Nell'ambiente acquatico, più che in qualsiasi altro ecosistema, la temperatura gioca un ruolo di primaria importanza nella delicata esistenza delle specie animali e vegetali.
I pesci, lo ricordiamo, sono animali «eterotermi», cioè a «sangue freddo», non essendo in grado di autoregolare la loro temperatura corporea come invece fanno i vertebrati superiori (e l'uomo in particolare); pertanto la temperatura corporea è sempre in equilibrio con quella del liquido nel quale sono immersi.
Ogni variazione termica dell'acqua si ripercuote quindi inevitabilmente su quella delle loro cellule, modificandone profondamente il metabolismo.
Gli acquari vengono distinti in marini e d'acqua dolce.
È poi possibile suddividere gli stessi, a seconda della temperatura dell'acqua, in temperati e tropicali, in cui si individuano a loro volta quattro classi fondamentali:
- **temperati d'acqua dolce;**
- **tropicali d'acqua dolce;**
- **tropicali marini;**
- **marini mediterranei.**

L'ELEMENTO SENSIBILE

Il termostato funziona sfruttando le proprietà di un termistore NTC, ovvero un resistore la cui resistenza elettrica varia in maniera inversamente proporzionale alla temperatura a cui si trova il suo corpo. Si può usare qualunque NTC purché sia da 5 Kohm a 20°C; il coefficiente di temperatura si può poi compensare agendo sui trimmer che regolano i valori massimo e minimo della finestra di tensione formata dagli operazionali IC1a e IC1b.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il montaggio del termostato si esegue tenendo costantemente sottocchio il piano costruttivo riportato in figura, dopo aver realizzato il circuito stampato secondo il disegno delle piste di collegamento pubblicato in grandezza reale. I primi componenti a dover essere inseriti sono come al solito quelli passivi, cioè resistenze e condensatori (attenzione alle polarità degli elettrolitici).

Si prosegue poi con i diodi, gli SCR e i Triac, badando di rispettare la disposizione dei loro terminali. Una nota a parte merita invece il termistore NTC che deve possedere un valore resistivo di 5 Kohm a 20÷25°C e preferibilmente deve essere in involucro plastico, in modo da poter essere agevolmente impiegato anche nella rilevazione della temperatura nei liquidi senza dover affrontare delicati problemi di isolamento.

Il buzzer impiegato per l'allarme acustico è costituito da un comunissimo trasduttore piezoelettrico di tipo passivo, privo cioè del circuito oscillatore interno. Per ultimo va fissato direttamente sulla basetta stampata il piccolo trasformatore di alimentazione da 12 volt — 0,5 ampére. Qualora il termostato venisse destinato al controllo di elevate potenze elettriche (>500 watt) i due Triac T1 e T2 devono necessariamente essere dotati di adeguate alette di raffreddamento; diciamo da 15°C/W ciascuna.

MEGLIO USARE UN CONTENITORE

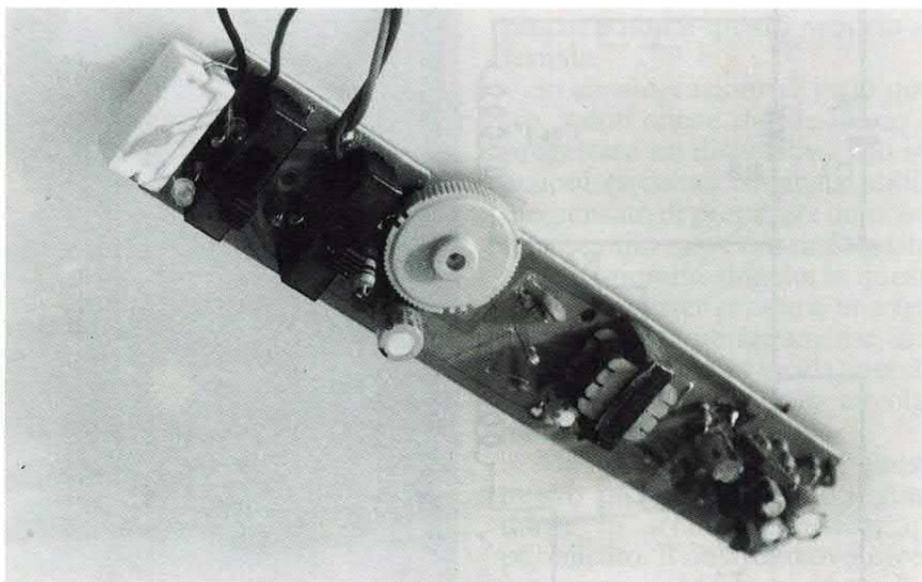
Una volta completato il montaggio dell'intero modulo elettronico, questo, precauzionalmente, dovrà essere racchiuso in un contenitore di materiale isolante provvisto di opportune fessure di aerazione. Dato che il dispositivo è alimentato dalla tensione di rete a 220 volt e in esso possono circolare forti correnti (alternate) raccomandiamo vivamente di perfezionare, con la massima cura, gli isolamenti dei conduttori di rete e di tutti i componenti elettronici.

Il termostato non richiede nessuna taratura; mediante i due trimmer R4 e R7 è possibile regolare la temperatura minima d'intervento tra 0°C e 35°C, quella massima tra 10°C e 90°C.

Le preferenze degli acquariofili ricadono normalmente sugli ultimi tre tipi e ciò per tanti motivi, tra i quali la facilità di allestimento e manutenzione delle vasche, e la vasta scelta in commercio di piante e pesci adatti per tali ambienti.
Negli acquari tropicali mantenere l'acqua alla giusta temperatura, compresa tra i 19°C e i 29°C, è di vitale importanza per la buona conservazione dell'intero patrimonio floristico e ittico.
La temperatura cambia invece per gli acquari marini mediterranei dove, quella ottimale, si aggira attorno ai 18°C e non deve assolutamente scendere al di sotto dei 14°C o superare i 23°C.
Risulta dunque fin troppo evidente l'importanza che la temperatura dell'acqua ha sulla vita biologica di un qualsiasi acquario.
Tecnicamente è sempre possibile aumentare o ridurre artificialmente la temperatura interna di un acquario ricorrendo a degli speciali apparecchi termoriscaldatori o refrigeratori appositamente progettati per tali scopi.
Il loro funzionamento è previsto con la tensione di rete a 220 volt — 50 Hz, per cui possono essere entrambi efficacemente comandati dal nostro versatile termostato a doppia uscita.

TERMOAGOPUNTURA MULTITENS

TRE FUNZIONI TERAPEUTICHE IN UN SOLO APPARECCHIO STUDIATO PER ATTENUARE DOLORI DI DIVERSA NATURA, DAL SEMPLICE MAL DI TESTA ALLA LOMBAGGINE. ELETTROAGOPUNTURA, POSSIBILITÀ DI RISCALDAMENTO DELLA PARTE SOTTOPOSTA AL TRATTAMENTO, STIMOLAZIONE TRANSCUTANEA DELLE TERMINAZIONI NERVOSE: QUESTO È CIÒ CHE OFFRE L'APPARECCHIO CHE PRESENTIAMO. DISPONIBILE IN KIT DI MONTAGGIO.

di ANDREA LETTIERI

Spesso quello che più preoccupa di una malattia, di un trauma, di una ferita o di un intervento chirurgico, è il dolore fisico che ne deriva; infiammazioni, postumi di fratture e di interventi chirurgici, carie, forme reumatiche, disturbi dell'apparato digerente, provocano dolore in varie parti del corpo.

Per combattere questi dolori si interviene sempre curando il disturbo che li provoca, quando è possibile; poiché anche con la cura del disturbo il dolore può durare a lungo sono stati preparati medicinali di vario tipo alla scopo di attenuare la sensazione di dolore.

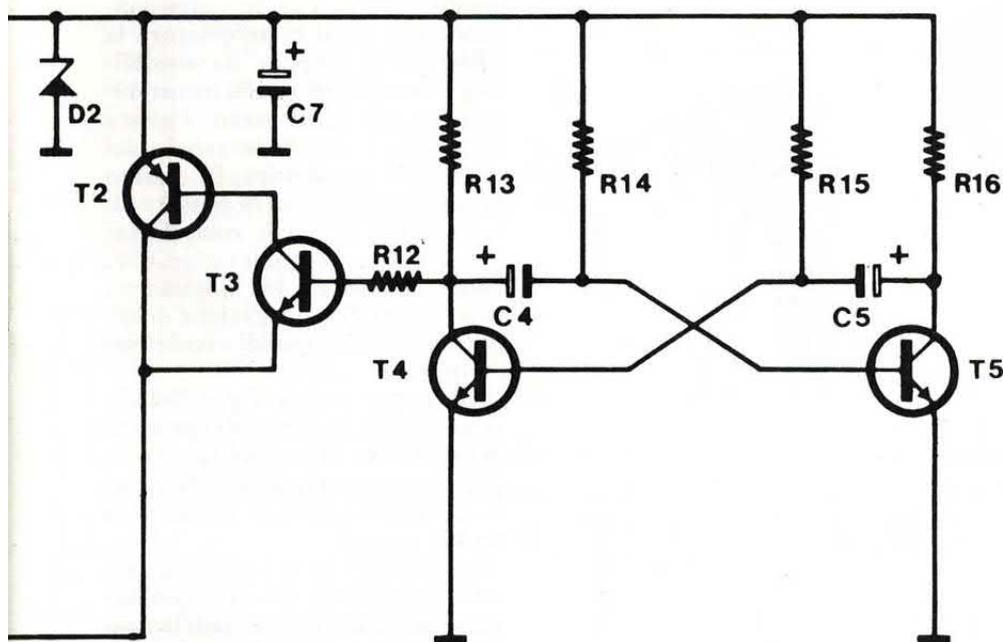
I medicinali sono in questo caso più o meno efficaci, ma tutti hanno lo stesso difetto: occorre assumerne solo le quantità indispensabili, senza eccedere. Trattamenti troppo energici o prolungati possono determinare varie forme di reazione da parte del corpo umano; questo perché i medicinali aggiungono nel corpo varie sostanze chimiche che

schema elettrico

in qualche misura modificano il naturale equilibrio.

Per ottenere lo stesso effetto dei medicinali nel campo della terapia del dolore, la medicina alternativa propone una cura tutta naturale, senza controindicazioni; si tratta di un'antica arte che proviene dalla Cina e che è nota con il nome di agopuntura. Questa consiste nello stimolare alcuni punti del corpo (detti «punti di agopuntura») con degli aghi metallici conficcati nella cute sovrastante.

Questa stimolazione determina la produzione all'interno del corpo umano di alcune sostanze normalmente presenti in esso, che producono vari effeti, tra cui l'attenuazione della sensazione di dolore. L'agopuntura risale ai

Tutte le resistenze, eccetto R2, R5 ed R6, sono da 1/4 di watt con tolleranza del 5%. Per R2 e R5 la tolleranza è pure del 5%.

COMPONENTI			
R1	= 2,2 Kohm	C2	= 22 nF ceramico
R2	= 15 Ohm 5W	C3	= 47 µF 16 Vl
R3	= 47 Ohm	C4	= 47 µF 16 Vl
R4	= 47 Ohm	C5	= 47 µF 16 Vl
R5	= 220 Ohm 1/2 W	C6	= 220 µF 16 Vl
R6	= 20 Kohm potenziometro lineare orizzontale tipo japan	C7	= 220 µF 16 Vl
R7	= 47 Ohm	T1	= BC237B
R8	= 1,2 Kohm	T2	= BD140
R9	= 1,8 Kohm	T3	= BC237B
R10	= 33 Kohm	T4	= BC237B
R11	= 33 Kohm	T5	= BC237B
R12	= 3,9 Kohm	D1	= LED rosso 3 mm
R13	= 3,9 Kohm	D2	= Zener 9V 1W
R14	= 27 Kohm	D3	= LED verde 3 mm
R15	= 56 Kohm	HE	= Gomma conduttiva (vedi testo)
R16	= 3,9 Kohm	TF1	= Trasformatore elevatore (vedi testo)
R17	= 47 Ohm	S1	= Deviatore a slitta 2 vie, 3 posizioni
R18	= 56 Ohm	S2	= Deviatore a slitta 2 vie, 3 posizioni
C1	= 100 µF 16 Vl		

tempi remoti e i cinesi la usavano per la cura di varie malattie; infatti serve non solo per attenuare il dolore, ma anche per curare diversi disturbi, da quelli relativi all'apparato digerente, a quelli dell'apparato urogenitale, a quelli del sistema nervoso.

L'elettronica, dopo vari studi, ha trovato e proposto la soluzione per simulare l'agopuntura mediante stimoli elettrici; è nata così l'elettroagopuntura, una cura che si basa sulla stimolazione dei punti di agopuntura mediante impulsi elettrici a bassissima frequenza (pochi hertz) e ad alta tensione, applicati alla cute sovrastante mediante appositi elettrodi.

UNA CURA NATURALE

Naturalmente i dispositivi di elettroagopuntura sono strutturati in maniera da non arrecare alcun danno all'uomo, anche se producono impulsi ad alta tensione; ciò perché la corrente elettrica che possono erogare è molto piccola: non più di qualche centinaio di microampére.

Dispositivi per l'elettroagopuntura ne abbiamo già proposti, in passato, sulle pagine della rivista; torniamo ora sull'argomento proponendo un nuovo apparecchio: molto compatto, semplice, ma ricco di funzioni. Il nuovo apparecchio offre la stimolazione classica dell'elettroagopuntura, con due diversi valori di frequenza (2 e 8 hertz) e con la possibilità di riscaldare la parte stimolata, con due diversi valori di temperatura.

Offre inoltre la funzione TENS (sigla di Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, cioè elettrostimolazione transcutanea dei nervi) che consiste nell'applicare per brevi periodi, ripetitivamente, serie di impulsi ad alta tensione e frequenza di qualche decina di hertz.

Il dispositivo prevede inoltre la regolazione dell'ampiezza degli impulsi nelle funzioni di agopuntura, mediante un potenziometro. Lo schema elettrico completo del dispositivo è pubblicato in queste pagine e possiamo passare a studiarlo, in modo da capire come funzioni il tutto.

I GENERATORI DEGLI IMPULSI

Vediamo che il circuito si alimenta a 12 volt in continua. Sostanzialmente lo schema è composto da due oscillatori, o meglio, da un oscillatore e da un multivibratore astabile. Ci sono poi due commutatori che permettono di

UN PO' DI TEORIA

Conosciamo l'agopuntura perché l'abbiamo appresa dai cinesi, che la praticano pare da 5.000 anni, con successo. L'agopuntura originale si pratica conficcando degli aghi sottili di metallo nella cute, in corrispondenza di quelli che questa arte medica chiama punti di agopuntura; questi punti, sempre secondo i «padri» dell'agopuntura, sono l'espressione energetica esterna di un organo interno del corpo umano. Sono più o meno dei punti di regolazione dell'attività dell'organo corrispondente.
I punti di agopuntura stanno tutti lungo linee immaginarie chiamate «meridiani», che si possono tracciare lungo il corpo umano; i meridiani principali sono 12 certi ed 8 aggiunti. Esistono poi meridiani collaterali che sono in numero di 15. Ogni punto permette di agire su un certo organo del corpo, anche ben distante.
I meridiani hanno ciascuno un nome, attribuito dagli antichi studiosi orientali in base ai legami anatomici e fisiologici con determinate parti del corpo; esistono così il meridiano del cuore, quello del polmone, quello del grosso intestino, quello del fegato ecc.
Dagli studi fatti è stato dimostrato che i punti di agopuntura non sono solo un concetto astratto, ma hanno un significato scientifico: sembra infatti che in corrispondenza dei punti di agopuntura la resistenza della pelle sia sensibilmente minore di quella misurabile fuori dai punti stessi. Questo concretizza quindi le teorie dei padri dell'agopuntura, in quanto la minore resistenza fa pensare alla presenza in quelle zone di terminazioni nervose più vicine, che, come la scienza ha dimostrato, sono canali di propagazione di impulsi elettrici e quindi conduttori elettrici.
Proprio per questo è possibile la stimolazione elettrica dei punti di agopuntura, che sembra essere efficace quanto quella tradizionale. L'elettrostimolazione ha però molti vantaggi.
Normalmente la stimolazione tramite impulsi elettrici si fa con impulsi ad alta tensione (anche più di 100 volt) a bassa frequenza: tipicamente da 1 hertz a 10 hertz. Gli apparati di elettroagopuntura sono comunque costruiti per erogare una corrente di valore tale da non risultare dannosa.
Inoltre l'elettroagopuntura, come l'agopuntura tradizionale (meccanica) è praticamente esente da effetti collaterali e ha poche controindicazioni. In linea di massima è da evitare per le persone sofferenti di cuore cui è stato impiantato uno stimolatore cardiaco (pace-maker).
L'agopuntura risulta efficace nella cura di moltissime malattie, come gastriti ed altri disturbi dello stomaco ed in generale dell'apparato digerente, artriti e forme reumatiche in generale, nevralgie, mal di denti, disturbi della menopausa e dolori mestruali, disturbi dell'apparato urogenitale eccetera.

selezionare i vari modi di funionamento; più precisamente, S1 controlla l'inserimento del riscaldatore e S2 controlla le funzioni di elettrostimolazione.

Vediamo quindi il funzionamento dell'elettrostimolatore. In esso gli impulsi vengono prodotti dall'oscillatore che fa capo al transistor T1; il suo funzionamento si basa sul particolare collegamento degli avvolgimenti del trasformatore TF1, che fa contemporaneamente da sfasatore e da elevatore di tensione.

Quando si alimenta il circuito, indipendentemente dalla posizione del cursore di S2 la base del transistor T1 viene alimentata attraverso le resistenze R8, R9, R4 ed eventualmente R10 e/o R11. Il transistor va in conduzione, nel suo collettore scorre corrente e così pure nell'avvolgimento n1 (primario) del trasformatore; n1 si trova perciò sottoposto ad una tensione che determina, per induzione, due tensioni rispettivamente negli avvolgimenti secondari n2 e n3.

LA FASE DEL TRASFORMATORE

Il collegamento del trasformatore è tale che la tensione indotta in n2 è negativa verso la base di T1, il quale viene costretto ad interdirsi. Intanto in n3 viene indotto un impulso di tensione che attraverso il potenziometro R6 vie-

ne portato agli elettrodi e, contemporaneamente, all'uscita per le placchette esterne.

Quando T1 va in interdizione cessa ovviamente la sua corrente di collettore e n1 non si trova più alimentato; cessa allora la tensione negativa indotta in n2 e la base di T1 viene nuovamente polarizzata dalla tensione proveniente dal commutatore S2. Di nuovo, T1 va in conduzione, nel suo collettore scorre corrente e n1 viene alimentato; si producono allora le due tensioni indotte, cioè l'impulso ad alta tensione in n3 e la tensione di reazione in n2.

COME FUNZIONA L'OSCILLATORE

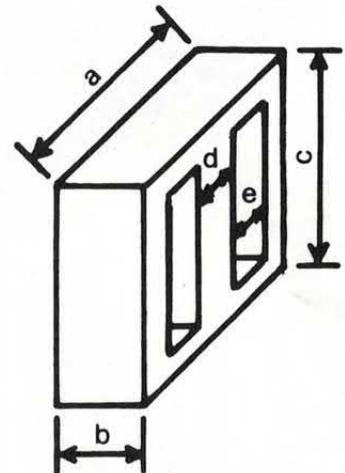
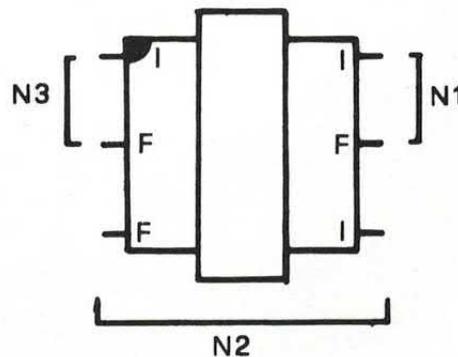
Questa tensione negativa vince quella portata da R8, R9, R10, R11 (o dalle loro varie combinazioni dovute alla posizione del cursore del commutatore S2) e fa andare in interdizione un'altra volta il transistor T1; cessa ancora la corrente di collettore in esso e vengono a mancare quindi le tensioni indotte, mancando la causa che le ha generate.

Il transistor T1 viene nuovamente polarizzato in base dalla tensione portata dal commutatore S2, attraverso l'avvolgimento n2, e ricomincia un nuovo ciclo. I cicli si ripetono continuamente e determinano la presenza di impulsi di forma quasi rettangolare ai capi di n3, quindi tra il cursore di R6 ed il positivo di alimentazione; il condensatore C6 trasforma poi tali impulsi imprimendogli una forma esponenziale, quella tipica degli impulsi di elettroagopuntura.

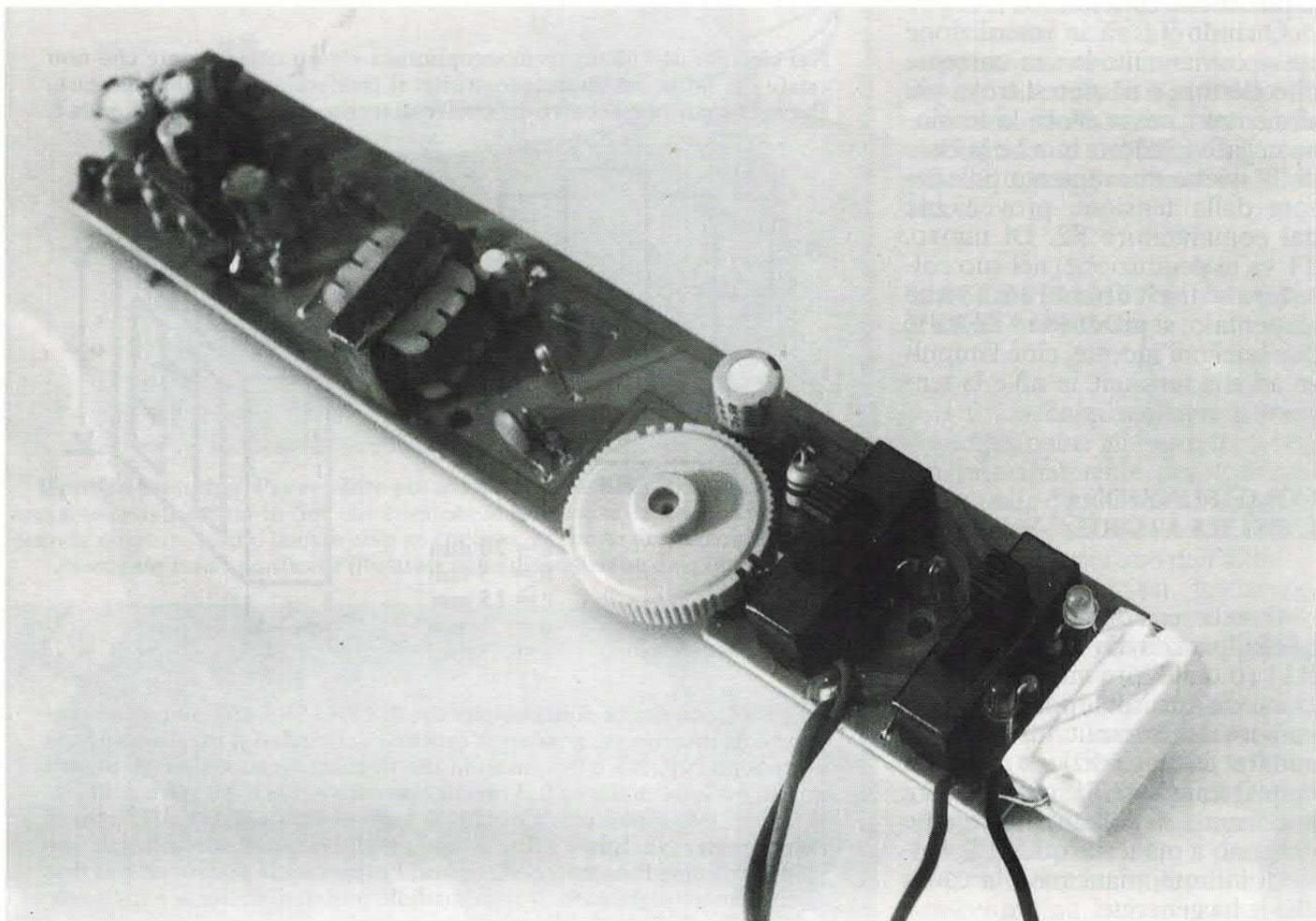
Si noti ora che gli elettrodi vengono alimentati in due diversi modi: col cursore di S2 nelle posizioni 1 e 2 gli impulsi sono riferiti al punto comune di R5 e R6; col cursore di S2 in posizione T gli impulsi si chiudono su collettore ed emettitore rispettivamente i T2 e T3. In questo caso gli impulsi di uscita ci sono finché T2 e T3 sono in conduzione e danno la polarità all'elettrodo positivo, ovvero a quello a loro collegato.

Se T2 e T3 sono in interdizione gli elettrodi non sono alimentati entrambi e quindi tra loro non può esserci la differenza di potenziale necessaria a produrre l'elettrostimolazione. I transistor T2 e T3 vanno in conduzione e in interdizione ciclicamente, in funzione della tensione presente tra il

IL TRASFORMATORE ELEVATORE

Nel circuito dell'elettrotermoagopuntura c'è un componente che non esiste già fatto, ma va autocostruito: il trasformatore dell'oscillatore. Per la costruzione occorre un nucleo di ferrite o di lamierini a doppia E

o ad E e I, con dimensioni complessive di 19×15×5 millimetri. Sul rocchetto da inserire sulla colonna centrale del nucleo si eseguono gli avvolgimenti N1, N2 e N3, usando filo di rame smaltato. Si avvolgono quindi 60 spire di filo da 0,3 mm di diametro per N1, 80 spire di filo da 0,5 mm di diametro per N2 e 1100 spire di filo da 0,1 ÷ 0,15 mm di diametro per N3. Inizio e fine di ogni avvolgimento vanno collegati allo stampato come illustrato nella figura; I rappresenta l'inizio ed F la fine di ciascun avvolgimento. Il rispetto delle posizioni indicate è indispensabile affinché l'elettrostimolatore funzioni.

Per la stimolazione conviene usare due elettrodi di gomma conduttiva, da collegare ciascuno ad uno dei capi di uscita del circuito. Gli elettrodi si trovano nei negozi di elettromedicali.

per il montaggio

collettore del T4 ed il negativo di alimentazione.

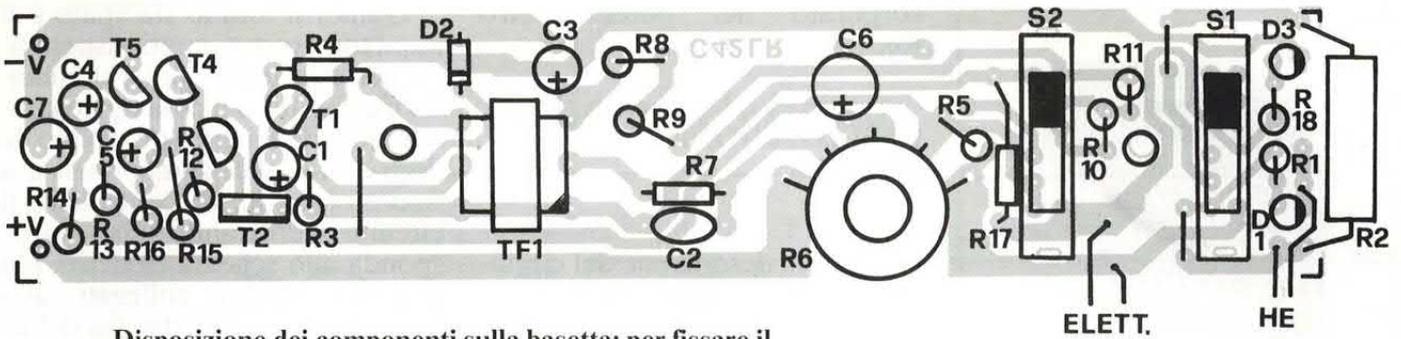
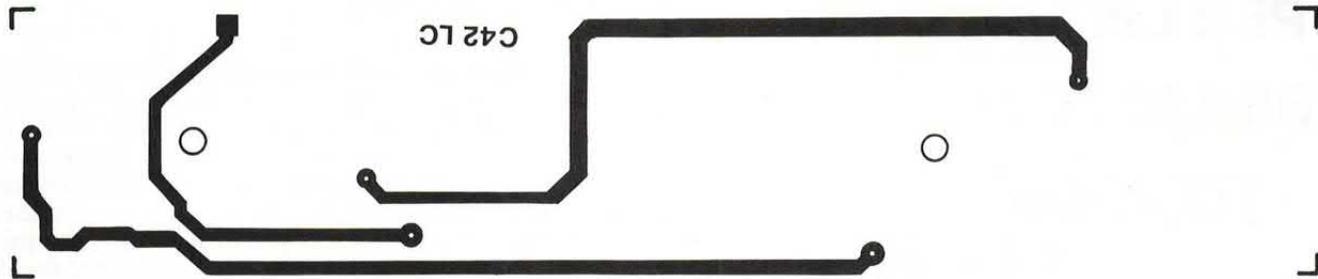
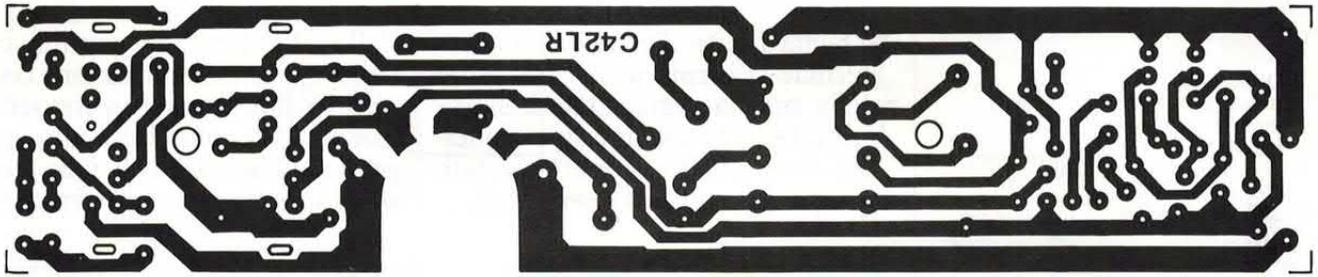
PER I TRENI DI IMPULSI

Questa tensione è di forma d'onda rettangolare ed è periodica; T4 e T5 costituiscono infatti un multivibratore astabile e vanno alternativamente in conduzione e in interdizione. Il funzionamento del multivibratore è semplice. Supponendo che C4 e C5 siano scarichi, vediamo che alimentando il circuito essi vengono caricati attraverso le resistenze R14 ed R15.

Siccome i condensatori hanno la stessa capacità ma R14 è minore di R15, il C4 si carica sempre più rapidamente del C5, quindi T4 resta in saturazione sempre per un tempo minore del T5. Infatti, supponendo che T4 sia in saturazione vediamo che R14 carica C4 finché la tensione ai suoi capi non è sufficiente a mandare in saturazione T5; quando questo avviene C5 si scarica e T4 si interdice.

Il C5 viene allora caricato attraverso R15 finché la tensione tra le sue armature non è sufficiente a polarizzare la base del T4, mandandolo in saturazione. Possiamo ora dedurre che siccome C4 si carica più in fretta di C5 il T4 resta interdetto per più tempo del T5.

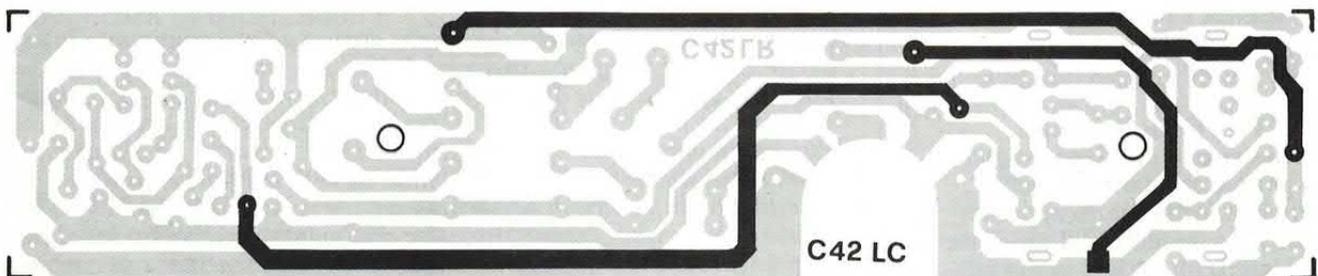
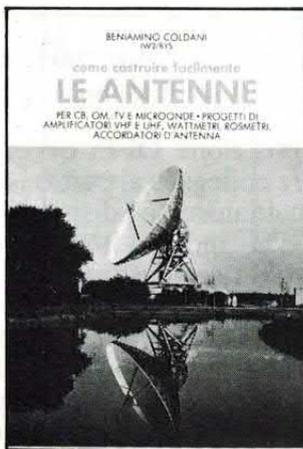
Quindi la base del T3 resta polarizzata per un tempo maggiore di quello in cui si trova a zero volt. Di conseguenza gli impulsi di elettrostimolazione verranno portati agli elettrodi sempre per un periodo di tempo maggiore di quello in cui mancheranno.

Tornando un momento sui commutatori, precisamente su S2, vediamo che a seconda della posizione del suo cursore l'oscillatore del T1 lavora a tre differenti frequenze: col cursore su R10 (posizione 2) la frequenza è di circa 2

Disposizione dei componenti sulla basetta; per fissare il potenziometro occorre ricavare una cavità di dimensioni adeguate.

Hz; col cursore in posizione centrale la frequenza è di circa 8 Hz (posizione 1). Infine, col cursore R11 la frequenza è di qualche decina di Hz (posizione T) e coincide con l'attivazione della modulazione da parte dell'astabile (funzione TENS).

S1 controlla invece il riscaldatore, ovvero l'elemento che riscalda la parte attorno agli elettrodi; questa funzione è utile perché da vari studi fatti risulta che riscaldando la parte trattata l'elettrostimolazione aumenta i suoi effetti benefici, accelerando i tempi della cura.

PER IL RISCALDAMENTO

Nel nostro apparecchio il riscaldamento si ottiene con un pezzo di gomma conduttiva. La temperatura più bassa si ottiene col cursore di S1 in posizione centrale (posizione L) mentre quella alta si ottiene con il cursore in posizione H, ovvero collegato direttamente alla gomma conduttiva.

In posizione OFF, ovvero col cursore collegato al punto isolato, il riscaldatore è disinserito. Il LED D1 indica, illuminandosi, quando il riscaldatore è acceso. Il LED D2 indica, illuminandosi, la frequenza degli impulsi applicati agli elettrodi; praticamente il LED lampeggia alla stessa cadenza con cui giungono gli impulsi. Il circuito si mette sotto tensione per mezzo dell'interruttore in-

La basetta è a doppia faccia e le due tracce, illustrate in alto (quella sopra è il lato saldature, quella sotto il lato componenti) a grandezza naturale, vanno sovrapposte come indicato qui sopra.

corporato nel potenziometro R6.

REALIZZAZIONE PRATICA

Finita la descrizione del circuito possiamo passare al lato pratico del progetto. Bisogna quindi realizzare la basetta stampata, che come si vede è a doppia faccia; occorre perciò partire da una piastrina ramata a doppia faccia. La si taglia a misura e coperta una superficie si incide il lato saldature della traccia rame. Quindi si copre il lato appena inciso e si incide, dopo averlo scoperto, il lato componenti della traccia rame.

Quindi si fora lo stampato e si montano i componenti, rispettando per ciascuno la polarità quando c'è. Per tutto il montaggio consigliamo di tenere sott'occhio la disposizione dei componenti e a fine montaggio, di controllare il circuito verificando che corrisponda allo schema elettrico. Gli elettrodi vanno collegati allo stampato mediante due fili del tipo per la tensione di rete.

Lo stesso vale per la presa jack da utilizzare per portare all'esterno la tensione nel caso di utilizzo delle placchette in gomma conduttiva. Per l'alimentazione consigliamo di utilizzare un connettore maschio da connettere allo stampato mediante due fili. Gli elettrodi di stimolazione potranno esse-

PER L'ALIMENTAZIONE

Il dispositivo che proponiamo è destinato ad essere usato a contatto con il corpo umano e per questo deve essere costruito in maniera da non costituire pericolo per chi lo usa. Per questo particolare attenzione merita il discorso «alimentazione» qualora si intenda alimentare l'apparecchio con un alimentatore da rete. Quello che occorre e che viene messo nel kit è un alimentatore appositamente realizzato per elettromedicali a contatto con il paziente; tale alimentatore, come prescritto dalle normative (norme CEI), ha un trasformatore a doppio isolamento, capace di impedire il contatto elettrico tra primario e secondario anche nelle condizioni più

gravose: ad esempio surriscaldamento dovuto ad uso continuato in luoghi molto caldi (temperatura anche di 40 °C), o salti di tensione che comportano l'applicazione di tensioni impulsive di valore anche tre o quattro volte quello nominale. Prima di scegliere l'alimentatore occorre quindi assicurarsi che sia del tipo da elettromedicali. L'uso di un alimentatore qualunque, anche se idoneo dal punto di vista del funzionamento, può determinare folgorazioni accidentali dovute ad un cortocircuito tra primario e secondario del trasformatore d'alimentazione; infatti in tal caso uno dei fili della rete può entrare in contatto con l'alimentazione continua dell'elettrostimolatore e se si tratta della fase può determinare la folgorazione di chi sta usando l'apparecchio.

re due comuni pezzi di acciaio inossidabile, ottone o acciaio cromato; vanno bene anche dei piccoli bulloni con dado, comodi per fissare i fili che li collegano allo stampato.

GLI ELETTRODI

Gli elettrodi devono poi essere rivestiti di gomma conduttiva. Della gomma conduttiva deve essere poi usata per creare una zona intorno agli elettrodi (in linea di massima un rettangolo di 3×6 centimetri) senza tuttavia far entrare in contatto la gomma con gli elettodi. Questo, perché gli elettrodi vengono messi in cortocircuito.

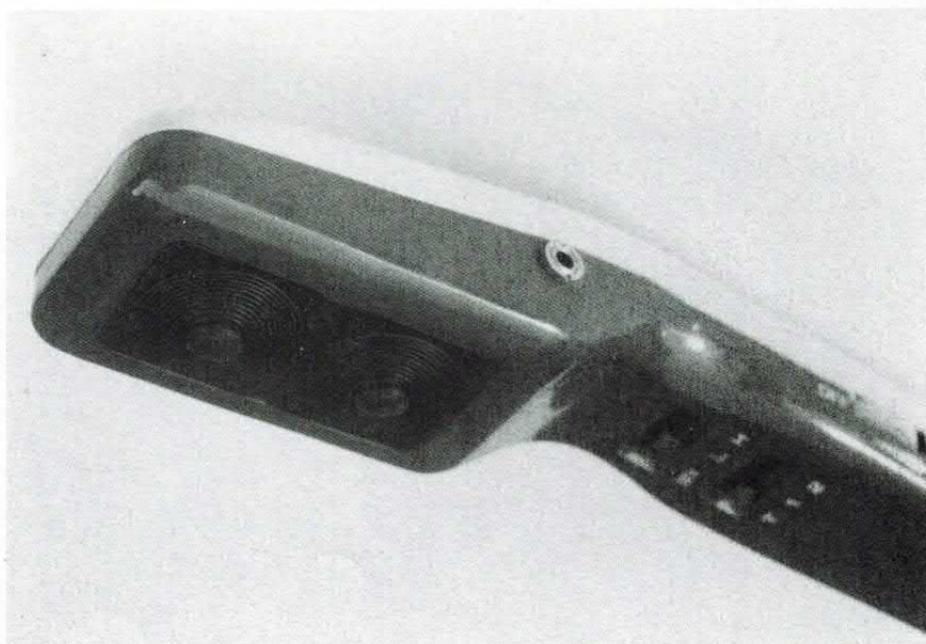
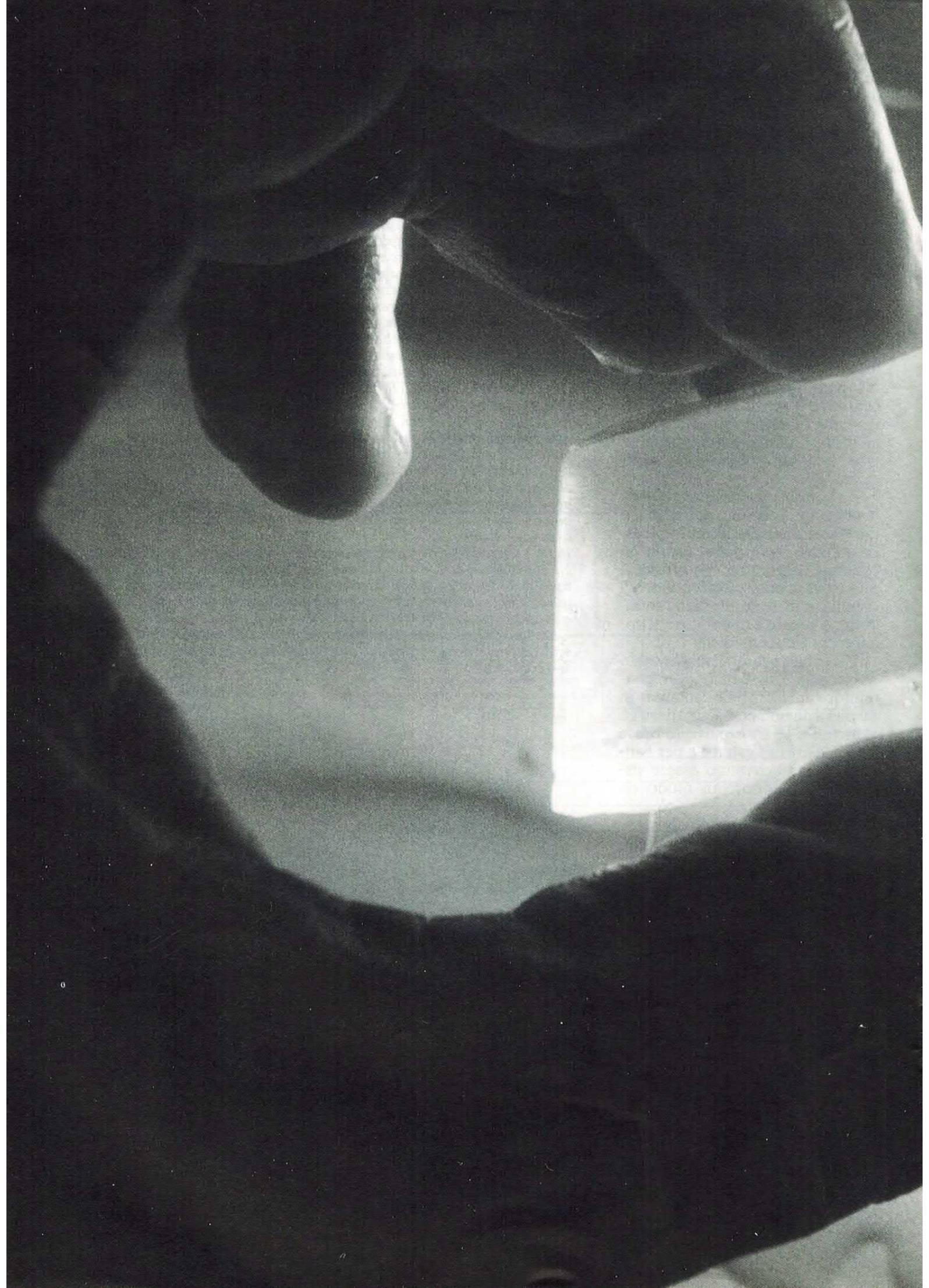
La gomma deve essere collegata in maniera che uno dei fili di alimentazione si trovi al centro di essa e l'altro, sdoppiato, tocchi gli estremi. La gomma conduttiva si può trovare presso i rivenditori di gomma e materie plastiche industriali o presso i rivenditori di apparecchi elettromedicali.

Una volta pronto l'apparecchio dovrà essere sistemato in un contenitore in materiale isolante, in maniera da non cortocircuitare gli elettrodi e le altre parti; le prese per gli elettrodi esterni e per l'alimentazione dovranno essere fissate al contenitore in modo da spuntare all'esterno.

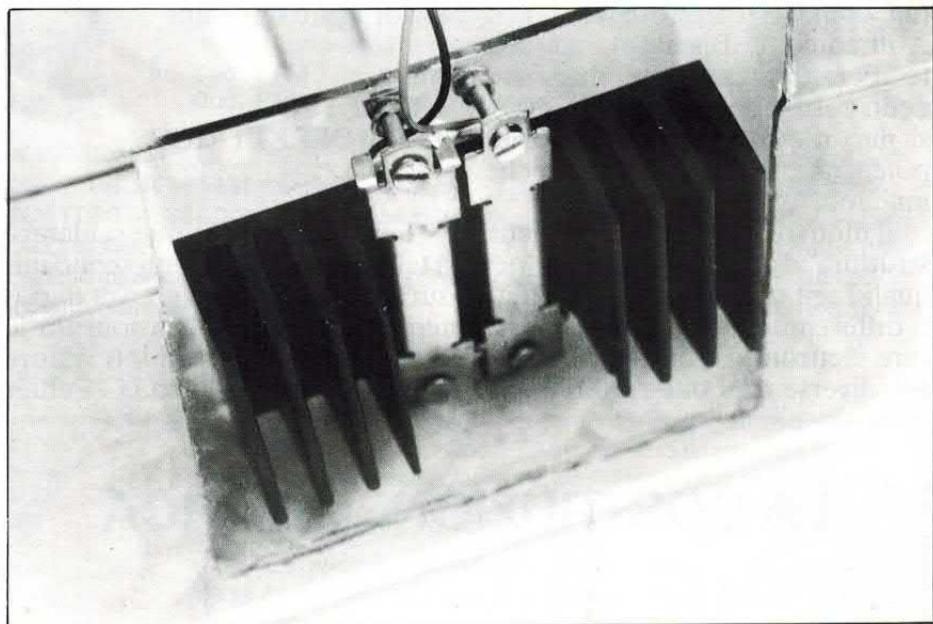
Per l'uso, il dispositivo deve essere tenuto in modo da far poggiare entrambi gli elettrodi sulla pelle. Durante il funzionamento si avvertiranno delle «punture», dei «pizzicotti» nella zona toccata dagli elettrodi.

Con il potenziometro si regola la tensione di uscita, oltre ad accendere o spegnere l'elettrostimolatore. L'uso dei commutatori lo abbiamo descritto in precedenza e dovrebbe quindi essere chiaro. S1 va posto in posizione OFF se non si usa il riscaldamento. Il dispositivo di elettroagopuntura deve essere alimentato con un piccolo alimentatore di rete, con uscita a 12 volt, 250 milliampére. I 12 volt devono essere ovviamente in continua, meglio se stabilizzati. □

AVVERTENZE PER L'USO

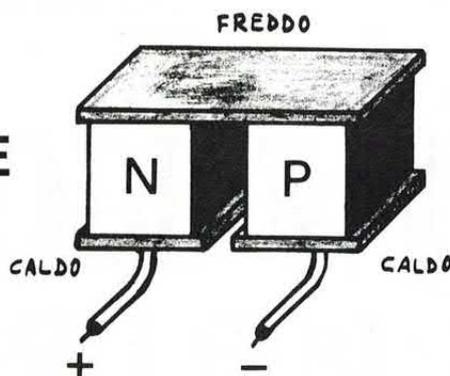
L'elettroagopuntura che proponiamo è semplice da usare, ma occorre conoscere alcuni dettagli per usarla bene.
Per esempio se ne sconsiglia l'uso, per evitare gravi conseguenze, su persone con stimolatori cardiaci e sulle donne in gravidanza. L'elettroagopuntura non va praticata insieme ad altri sistemi di cura elettrici o radioelettrici (ad esempio la magnetoterapia) e il riscaldamento della parte stimolata va evitato alle persone sofferenti di pressione alta.
Bisogna inoltre evitare di applicare le placchette esterne in parti opposte della testa o del torace; questo è importante e non va dimenticato, perché la corrente elettrica provocata dagli impulsi di elettrostimolazione deve scorrere nella zona più ristretta possibile e non attraverso zone vitali del corpo. Diversamente potrebbero derivarne seri danni quali disturbi a livello del sistema nervoso centrale e interferenza nell'attività del cuore.
Questo è intuitivo se si pensa che si può morire per fibrillazione cardiaca con una corrente debole che attraversa tutto il corpo e che attraversando solo una mano provocherebbe magari solo lievi ustioni locali. Consigliamo poi di consultarsi con un medico prima di utilizzare l'elettroagopuntura per combattere disturbi di origine sconosciuta.
Quanto all'uso dell'elettrostimolatore valgono i seguenti consigli: spegnere l'apparecchio prima di applicare o rimuovere gli elettrodi, sia esterni che incorporati; aumentare sempre lentamente l'ampiezza degli impulsi, per evitare scosse troppo intense; tenere gli elettrodi sempre puliti, lavandoli con un panno bagnato d'acqua o immergendoli in acqua con un po' di sapone neutro.
Inoltre suggeriamo di tenere l'elettrostimolatore fuori dalla portata dei bambini, di usarlo lontano da zone bagnate, specie se si è in terra a piedi nudi, e di sottoporsi al trattamento quando si è fermi o non si sta facendo nulla di impegnativo; evitare quindi di portarselo in auto mentre si guida o di usarlo durante il lavoro: si risparmia tempo, ma può creare problemi. Gli impulsi elettrici possono infatti forzare la contrazione di alcuni muscoli. Infine, è bene consultarsi di tanto in tanto con il medico in caso di uso continuato.

Per fare le cose per bene bisogna prevedere un riscaldatore che si estenda per qualche centimetro intorno alla zona degli elettrodi; il riscaldatore conviene che sia realizzato con una striscia di gomma conduttiva (dimensioni di circa 4x6 centimetri, resistività di 5 ÷ 10 ohm per centimetro) alimentata sui lati più corti o tra questi ed il punto che si trova a metà della lunghezza (dei dati lunghi). Gli elettrodi vanno posti in mezzo al riscaldatore, opportunamente isolati elettricamente tra loro in modo da non entrare in contatto.

UN FRIGORIFERO PER L'ESTATE

OVVERO, COME RAFFREDDARE UN CERTO VOLUME D'ARIA CON LE CELLE DI PELTIER, COMPONENTI ELETTRONICI A SEMICONDUTTORE CHE HANNO LA PARTICOLARITÀ, PERCORSI DA CORRENTE ELETTRICA, DI SCALDARE SU UN LATO E RAFFREDDARE SU QUELLO OPPOSTO. UN ESPERIMENTO INTERESSANTE E L'OCCASIONE DI REALIZZARE UN FRIGORIFERO «ECOLOGICO»...

a cura della Redazione

Ogni volta che arriva l'estate, prima che il sole possa cuocerci il cervello ci mettiamo all'opera per sfornare circuiti adatti al clima, simpatici, interessanti, nuovi, insomma... freschi! Ed è proprio il caso di dirlo, visto che l'ultima nostra trovata (idea) estiva è un mini frigorifero elettronico, cioè un pratico e semplice frigorifero allo stato solido che tutti potrete facilmente autocostruire con i nostri suggerimenti ed un po' di fantasia, per tenerlo in auto o sul camper.

Con l'articolo di queste pagine vogliamo però principalmente parlare delle celle di Peltier, componenti elettronici a semiconduttore che abbiamo impiegato come elementi di raffreddamento per il frigorifero. Una cella di Peltier ha la caratteristica, se percorsa da corrente elettrica continua, di riscaldarsi su un lato e raffreddarsi sul lato opposto. Una cosa davvero insolita ed affascinante, va detto.

Il perché di questo fenomeno va ricercato nella struttura fisica della

LA CELLA ELEMENTARE

Una cella di Peltier elementare può essere costituita da due pezzi di silicio drogati con polarità opposta (uno P e l'altro N) saldati ad una barretta di metallo. Applicando una tensione positiva sulla parte di silicio N la barretta di metallo raffredda, mentre le parti basse del silicio scaldano. Invertendo la polarità della tensione il metallo diventa caldo e le parti in basso del silicio raffreddano.

cella, e negli studi sull'effetto termoelettrico nelle saldature tra due differenti metalli, compiuti da un tale signor T.J. Seebeck. Sappiamo ormai che ai capi della saldatura tra due metalli differenti (ad esempio Platino e Rodio, o Antimonio e Bismuto), ad una temperatura ambiente maggiore dello zero assoluto (−273,15°C), si può rilevare una differenza di potenziale, anche se lieve: qualche millivolt.

Il motivo di ciò va cercato nella struttura atomica dei metalli, nei quali l'agitazione termica ha effetti differenti e porta quindi a liberare elettroni dal nucleo in quantità diverse tra i due materiali. Se si saldano tra loro tre pezzi di metallo, di cui i due esterni sono uguali, ai capi dell'insieme non si rileva alcuna differenza di potenziale perché le due dovute alle due saldature sono dello stesso valore ma di segno opposto.

L'EFFETTO TERMOELETTRICO

Solo portando le due saldature a temperature differenti si può misurare una certa differenza di potenziale, perché le tensioni tra le due saldature assumono valore differente. Lo studioso J.C. Peltier scoprì che questo fenomeno è reversibile, cioè che applicando una differenza di potenziale ai capi dell'insieme delle barrette di metallo una saldatura diventa più calda dell'altra, ovvero che una riscalda mentre l'altra raffredda.

Ora non è il caso di addentrarci in discorsi di fisica pura per spiegare cosa causa la differenza di temperatura tra le saldature, anche perché tra l'altro sarebbero poche le persone in grado di capire; ci limitiamo solo a dire che ciò accade nelle saldature tra due metalli differenti, ovvero, nel caso più generale, tra due diversi materiali conduttori. Quindi anche nelle saldature tra metalli e silicio.

L'insieme costituito dall'unione di tre pezzi di materiale conduttore (di cui due uguali) prende il nome di cella di Peltier, in omaggio allo scopritore del fenomeno appena descritto, noto ai fisici come «effetto Peltier». Pur essendo noto da molto tempo (infatti Peltier fece la scoperta nel 1834) il fenomeno è stato sfruttato a livello industriale solo negli ultimi decenni, con l'avvento ed il perfezionamento delle tecnologie di lavorazione dei semiconduttori.

Ed è proprio di semiconduttore che sono costituite attualmente le celle di Peltier; più precisamente, ogni cella elementare è costituita da due pezzetti di silicio drogati uno di tipo P e l'altro di tipo N, uniti da una striscia di rame alla quale sono saldati.

L'ESPERIMENTO DI PELTIER

Applicando alla cella una tensione positiva sul pezzo di silicio drogato N, la striscia di rame si raffredda, mentre le parti basse dei pezzi di silicio si scaldano. Applicando una tensione di verso opposto, ovvero positiva sul silicio di tipo P, la barretta di rame si scalda mentre le parti basse dei pezzi di semiconduttore si raffreddano.

Una cella elementare da sola non serve a molto, perciò nella pratica per realizzare dei compo-

LA COSTRUZIONE PRATICA

Poiché una cella da sola non serve nella pratica, per costruire quella che poi industrialmente viene chiamata cella di Peltier si collegano in serie più celle, badando che i lati freddi si trovino tutti da un lato e quelli caldi dall'altro; a tal proposito basta considerare una semplice regola: il lato del silicio N da cui entra la corrente è più caldo di quello da cui esce, mentre il lato del silicio P da cui entra la corrente e più freddo di quello da cui la stessa esce.

schema elettrico

Per il nostro frigorifero abbiamo previsto un alimentatore stabilizzato a corrente costante per la cella (o le celle) di Peltier. Questo circuito comunque tiene sotto tensione la cella solo quando è necessario, cioè quando lo decide un termostato incorporato in esso. In altre parole il circuito di controllo comprende un preciso termostato che usa come elemento sensore un termistore NTC. Tale componente, inserito all'interno del frigorifero, permette di far scattare il termostato (portando la tensione di uscita dell'alimentatore alla cella di Peltier) quando la temperatura sale oltre la soglia massima.

COME FUNZIONA LA CELLA DI PELTIER

Una barretta di metallo, se riscaldata, emette elettroni. Ogni metallo è in una certa misura termoemittente.
Andiamo ora a vedere cosa accade avvicinando due metalli differenti, ad esempio con una saldatura. I due hanno una diversa struttura periferica dell'atomo, quindi gli elettroni che si possono liberare dalla loro superficie a seguito della somministrazione di calore sono in numero diverso; questo porta alla creazione di una differenza di potenziale elettrico tra gli estremi della saldatura, ovvero tra i due pezzi di metallo. Infatti la somma delle cariche associate a ciascun elettrone è diversa da un materiale all'altro.
La differenza di potenziale si potrebbe misurare con un galvanometro. Questo fenomeno, detto effetto termoelettrico nelle giunzioni tra due metalli, è alla base del funzionamento delle termocoppie, che sono gli unici trasduttori che possono fornire un segnale elettrico attendibile anche immersi in metalli fusi a temperature di 1900 gradi centigradi!
Gli studi fatti ci dicono che se si saldano tre barrette di metallo, di cui le due esterne sono dello stesso materiale, la differenza di potenziale dovuta all'effetto termoelettrico si annulla, anche variando la temperatura dell'insieme. Questo è ovvio perché tra le due saldature si trovano due differenze di potenziale dello stesso valore, ma di segno opposto.
Se però una delle saldature si porta ad una temperatura diversa da quella dell'altra, ecco che la differenza di potenziale tra le due barrette esterne ricompare ed è positiva o negativa a seconda di quale delle due saldature è più fredda. Tutto questo fenomeno, studiato da T.J. Seebeck (per questo prende il nome di effetto Seebeck) nei primi decenni del 1800, è reversibile. Lo hanno dimostrato le ricerche condotte dal fisico J.C. Peltier, il quale verificò che prendendo il solito blocchetto composto dalle tre barrette di metallo saldate e applicandogli una differenza di poten-

La cella di Peltier va posta col lato freddo rivolto all'interno del contenitore. Distanziare il lato caldo dal dissipatore!

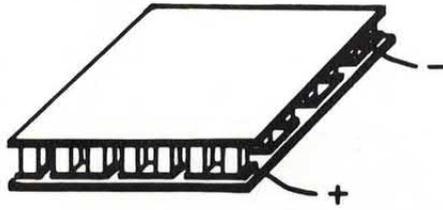
nenti utilizzabili si mettono assieme decine di celle, collegate in serie o in serie/parallelo, e disposte in modo che tutti i lati freddi si trovino da una parte e tutti i lati caldi dall'altra.

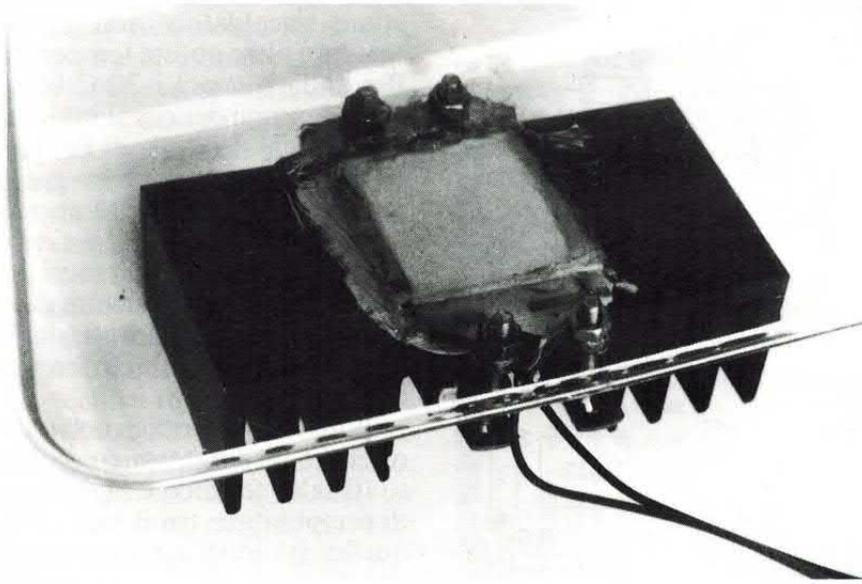
Oggi esistono in commercio molti tipi di celle di peltier, prodotti da più case costruttrici ed aventi differenti caratteristiche, a seconda della destinazione. Nella forma più classica questi componenti si presentano come piastre bianche da un lato e ricoperte di rame dall'altro, anche se ci sono ancora i tipi non isolati, che mostrano su entrambe le facce una sorta di reticolo a rettangoli.

I componenti isolati, ovvero quelli con le due piastrine sulle due facce, sono quelli più usati e più pratici; la faccia bianca è rivestita da una piastra di materiale ceramico ad alta conducibilità termica e corrisponde al lato freddo. La faccia ramata è rivestita oltre che dalla solita piastra di materiale ceramico, da un sottile foglio di rame, e corrisponde al lato caldo.

IL LATO CALDO E QUELLO FREDDO

Facciamo notare che i lati caldo e freddo sono considerati tali

QUALE CELLA USARE

Per il frigorifero abbiamo utilizzato un tipo di cella che riteniamo quella più versatile e più adatta, anche perché usandone più di una si può raffreddare facilmente ed uniformemente anche un contenitore di grosso volume (10±20 litri). Il nostro componente è prodotto dalla Marlow Industries ed è siglato MI1063T; le sue caratteristiche sono le seguenti:

potenza elettrica	**42 W**
potenza refrigerante	**27 W**
tensione massima	**8,1 V**
corrente massima	**5,3 A**
massima temperatura sul lato caldo	**57°C**
dimensioni (M×H×P)	**30×40×4 mm**

ziale tale da far scorrere in esso corrente elettrica, una saldatura riscaldava mentre l'altra si raffreddava. Peltier scoprì anche che invertendo la polarità della tensione applicata all'insieme delle barrette, la saldatura che prima scaldava diventava fredda e, al contrario, quella che prima era fredda diventava calda. L'insieme delle barrette saldate prese quindi il nome di cella di Peltier, in omaggio allo studioso.

Nonostante sia un componente di vecchia data, la cella di Peltier non fu mai utilizzata se non in laboratorio, perché utilizzando metalli non si riusciva ad ottenere una differenza di temperatura soddisfacente tra i due materiali; infatti i metalli hanno una notevole conducibilità termica, perciò quello che scalda tende a scaldare anche la parte che tende a raffreddarsi.

Solo con l'avvento dei semiconduttori e con lo sviluppo delle relative tecnologie fu possibile realizzare celle di Peltier utilizzabili nella pratica. Le ricerche dimostrano infatti che il fenomeno scoperto da Peltier si riscontrava non solo nei metalli ma in generale nei materiali conduttori, quindi anche nel silicio opportunamente drogato.

Utilizzando semiconduttori si ottennero alcuni vantaggi, tra i quali una maggiore resistenza termica tra il materiale caldo e quello freddo, ed un maggior salto termico dovuto alla possibilità di «drogare» il semiconduttore, variando a piacimento il potenziale di contatto tra i materiali ai capi delle due saldature. Attualmente una cella di Peltier è composta da due pezzetti di silicio drogati uno di tipo N e l'altro di tipo P, saldati da una sola parte da una barretta di rame. Applicando una differenza di potenziale col positivo sul silicio N la barretta di rame diventa fredda rispetto ai punti del silicio tra i quali si applica la tensione, che diventano caldi.

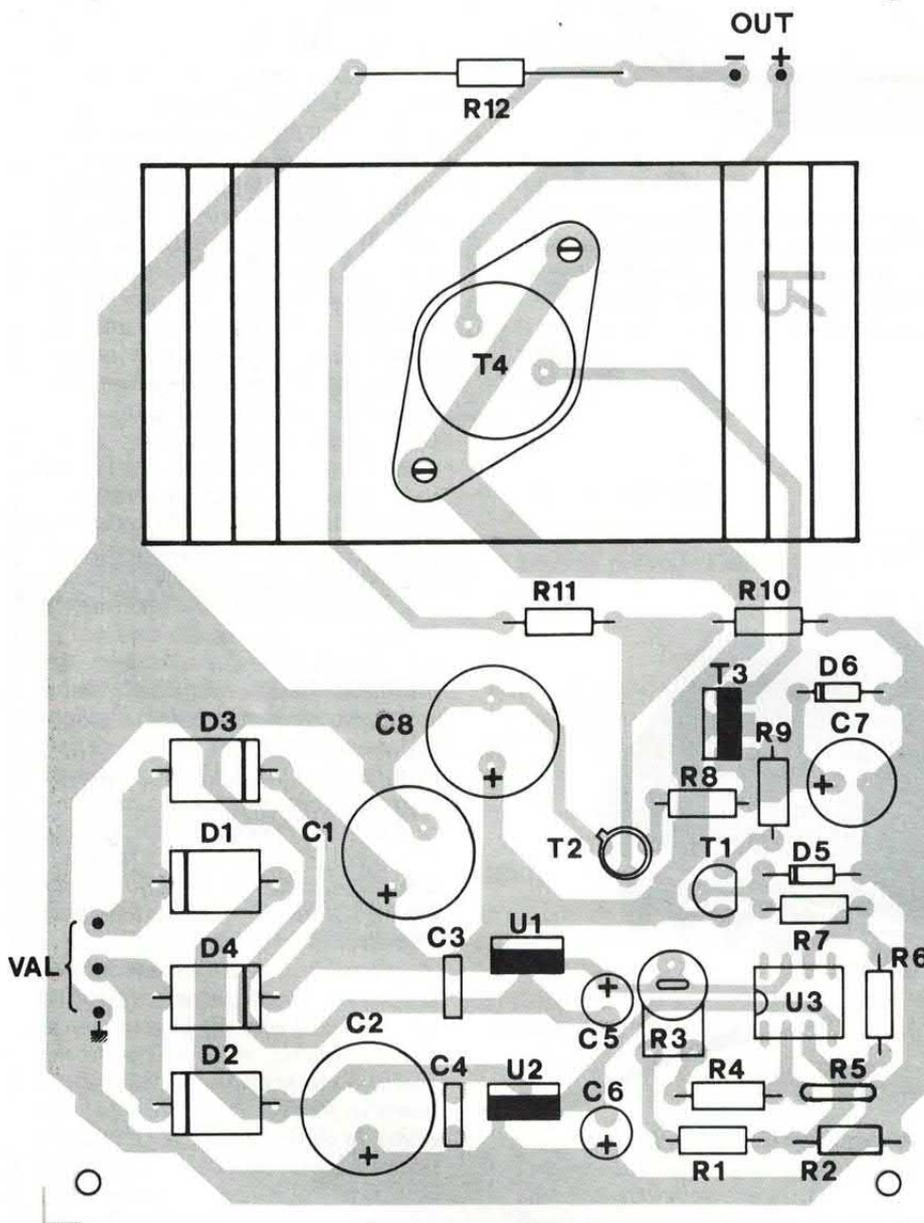
Applicando una differenza di potenziale di verso contrario (positivo sul silicio di tipo P) la barretta di rame si scalda, mentre le parti del silicio a cui si applica tensione diventano fredde. Nella pratica, siccome la differenza di temperatura ottenibile con una cella di Peltier è di scarsa rilevanza, si pongono in serie più celle alloggiate nello stesso involucro in modo da tenere tutti i lati freddi da una parte e i lati caldi dalla parte opposta.

supponendo di applicare al componente una tensione positiva sul suo capo positivo (filo rosso della stessa, ovvero terminale positivo); è ovvio che applicando una tensione con polarità invertita il lato che chiamiamo freddo diviene caldo e quello che chiamiamo caldo diviene freddo.

Le celle di Peltier disponibili sul mercato si classificano secondo la potenza elettrica assorbita e secondo la potenza refrigerante, quest'ultima di solito uguale a poco più della metà della prima; in pratica una cella che assorbe 40 watt potrà erogare una potenza refrigerante (potenza termica) di circa 24 watt.

Per il loro modo di funzionamento le celle di Peltier trovano impiego in molti campi, dalla medicina alla fotografia, alla ricerca scientifica; comunque vengono impiegate dove occorre un sistema compatto e leggero per raffreddare o riscaldare anche rapidamente liquidi, gas, soluzioni chimiche. Le celle di Peltier sono comunque usate principalmente per raffreddare, al posto dei normali frigoriferi che sono molto più ingombranti e rumorosi, e che producono vibrazioni spesso indesiderate.

Certo, va detto che le celle pos-

sulla basetta

Disposizione dei componenti sullo stampato del circuito termostato-alimentatore. Il termistore R5, qui illustrato sulla basetta, va posto all'interno del frigorifero, collegato con due fili.

sono essere usate al posto dei tradizionali frigoriferi nelle applicazioni in cui la spesa (in termini di puro e semplice denaro) non ha rilevanza: infatti per produrre la stessa potenza refrigerante un apparato realizzato con celle di Peltier costa anche dieci volte più di uno realizzato col compressore ed i sistemi tradizionali. Certo, se in futuro il costo delle celle scenderà di molto si potranno realizzare anche con esse i normali frigoriferi da casa, che se non altro non richiederanno l'impiego del freon, un gas che viene ritenuto il principale responsabile del buco nella fascia di ozono che riveste il nostro pianeta.

Per fare qualche esempio, possiamo dire che le celle di Peltier vengono usate in medicina per scaldare e raffreddare liquidi organici ottenuti dai prelievi o i reagenti per le analisi di laboratorio, oppure parti da preparare per gli interventi chirurgici. Nei laboratori fotografici si usano per portare alla giusta temperatura i liquidi di sviluppo delle pellicole, e nei laboratori farmaceutici e di cosmesi vengono impiegate per raffreddare e/o scaldare rapidamente i vari composti (liquidi o gassosi) che servono nelle analisi.

IL MASSIMO CALORE

Va detto che per tutti questi impieghi c'è un limite superiore di temperatura dovuto alla struttura fisica delle celle; purtroppo il lato caldo di queste non può assumere temperature maggiori di 70±75°C, di conseguenza usate come riscaldatori non possono scaldare oltre questa temperatura. Per andare sopra i 70°C bisogna accontentarsi dei riscaldatori elettrici o a gas. Le celle di Peltier disponibili in commercio garantiscono più o meno tutte un «salto termico» di circa 40°C e si trovano con potenze refrigeranti comprese tra qualche frazione di watt e una cinquantina di watt (da 0,5 a 80 watt di potenza elettrica assorbita).

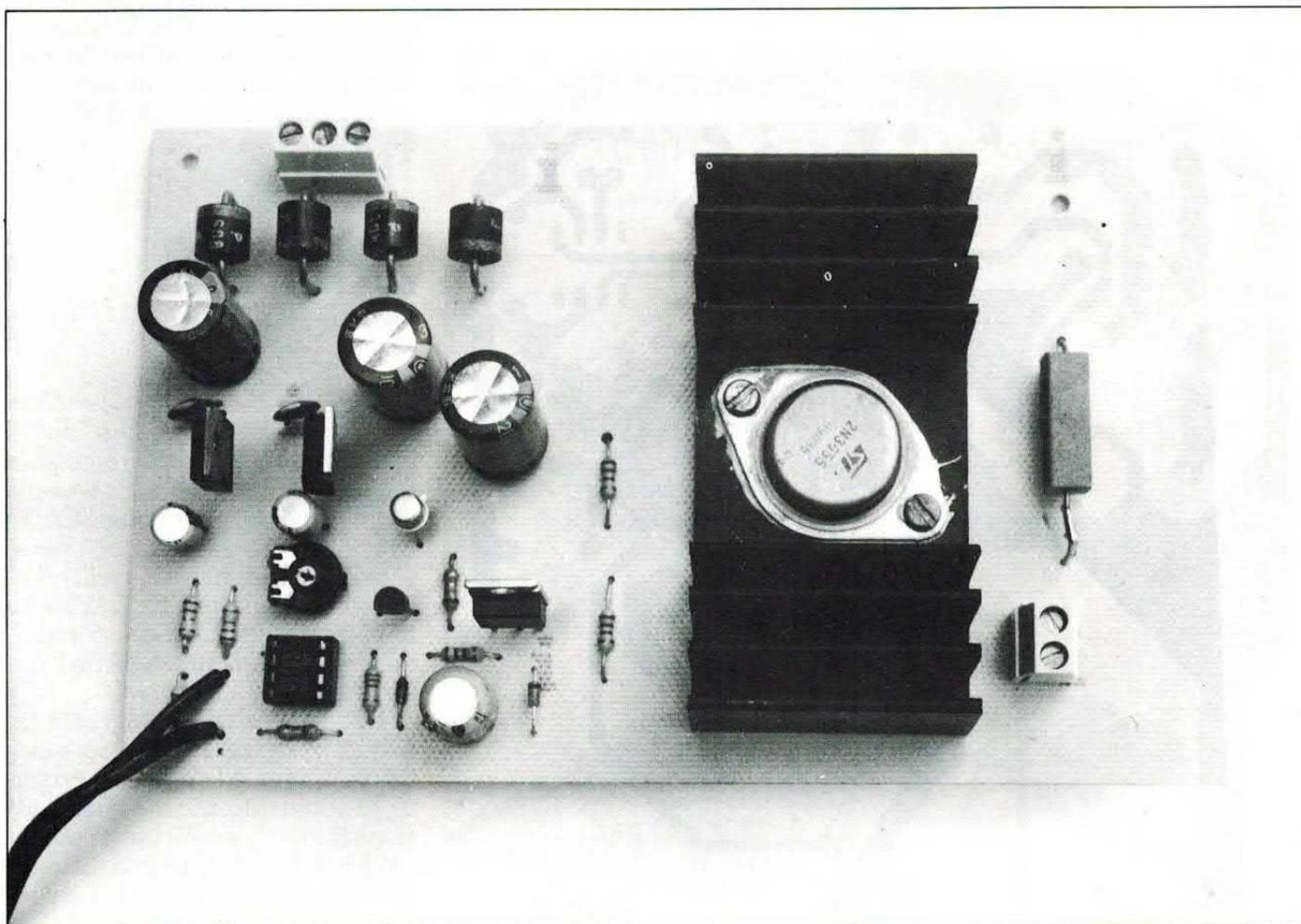
Poiché nella pratica non è facile ottenere il salto termico dichiarato (il salto termico è la differenza di temperatura tra il lato caldo e quello freddo), quando occorre una notevole differenza di temperatura si usa porre una sopra l'altra più celle, disponendo il lato freddo di ciascuna sul lato caldo della seguente. Così ogni cella raffredda il lato caldo di quella che ha sopra, che parte quindi da una temperatura piu bassa.

L'insieme permette così di ottenere un salto termico approssimativamente uguale alla somma dei salti termici delle singole celle. Così con due elementi da 40°C si possono ottenere 80 gradi, con tre 120 gradi, eccetera. Naturalmente il lato caldo di quella più calda deve essere ben raffreddato mediante un adeguato dissipatore di calore, e all'occorrenza da una venola.

Il dissipatore deve essere dimensionato come per gli altri componenti a semiconduttore, tenendo conto della massima tem-

COMPONENTI

R1 = 12 Kohm
R2 = 2,2 Kohm 1% 25 p.p.m.
R3 = 22 Kohm trimmer
R4 = 12 Kohm
R5 = NTC 2,2 Kohm a 25°C
R6 = 470 Kohm
R7 = 1,2 Kohm
R8 = 10 ohm
R9 = 100 ohm
R10 = 5,6 Kohm
R11 = 1,5 Kohm
R12 = 0,33 ohm 7W
C1 = 2200 µF 25Vl
C2 = 1000 µF 25Vl
C3 = 100 nF
C4 = 100 nF
C5 = 22 µF 16Vl
C6 = 22 µF 16Vl
C7 = 220 µF 16Vl
C8 = 2200 µF 25Vl
D1 = P600B
D2 = P600B
D3 = P600B
D4 = P600B
D5 = 1N4148
D6 = Zener 7,5V 0,5W
T1 = BC547B
T2 = BC107B
T3 = TIP31A
T4 = 2N3055
U1 = VA7809
U2 = VA7909
U3 = µA741

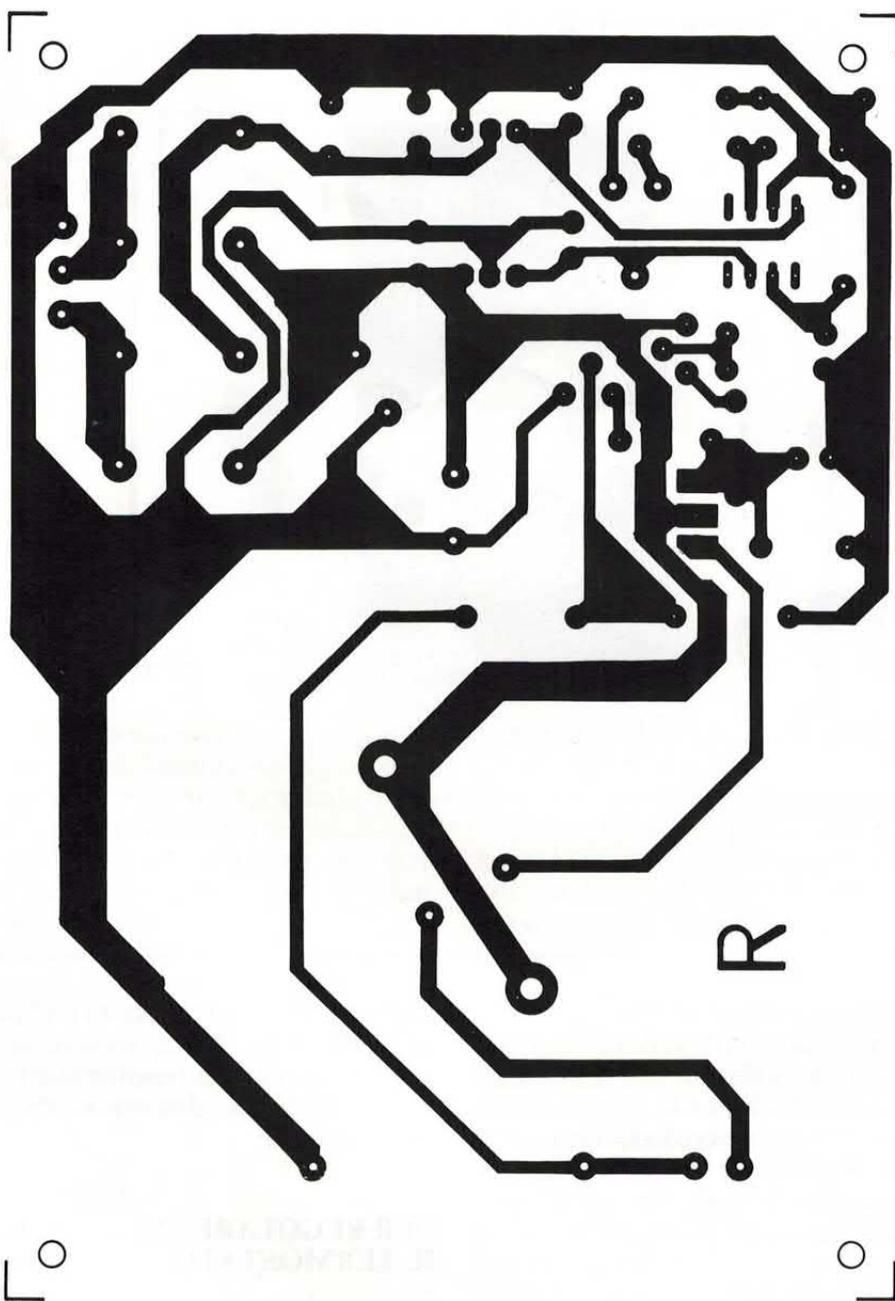
Tutte le resistenze fisse sono da 1/4 di watt e, dove non specificato, con tolleranza del 5%.

peratura superficiale della cella e della potenza da dissipare.

Bene, ora che abbiamo visto bene o male tutti gli aspetti interessanti delle celle di Peltier, possiamo passare a quella che è la proposta di questo articolo, la realizzazione di un piccolo frigorifero. Per metterlo a punto occorrono una o più celle di Peltier, un contenitore a tenuta termica ed un termostato elettronico che abbiamo studiato e messo a punto apposta per l'occasione.

Iniziamo col vedere la parte elettrica, andando dopo su quella meccanica. La cella viene alimentata a corrente costante ogni volta che il termostato rileva una temperatura troppo alta all'interno del frigorifero; viene naturalmente spenta quando la temperatura è sufficientemente bassa. Lo schema elettrico del termostato lo trovate in queste pagine; si basa principalmente su un ponte di Wheatstone in cui una resistenza (R5) è un termistore NTC, ovvero un componente la cui resistenza elettrica cresce al diminuire della temperatura.

PER REGOLARE IL TERMOSTATO

Il trimmer R3 serve per bilanciare il ponte ad una certa temperatura, permettendo così di fissare

Per mantenere la temperatura, alimentiamo la cella di Peltier mediante un termostato il cui sensore è un termistore NTC.

Traccia lato rame dello stampato a grandezza naturale; una volta montato dovrete posizionarlo opportunamente nel frigorifero.

la temperatura di soglia sopra la quale deve essere alimentata la cella di Peltier. Il funzionamento del termostato si può così riassumere: quando la temperatura è al di sotto di quella di soglia il valore assunto dalla NTC è tale da tenere il piedino 2 (ingresso invertente) dell'operazionale ad una tensione maggiore di quella applicata al piedino 3; in queste condizioni l'uscita dello stesso (piedino 6) si trova a livello basso (circa 11 volt negativi) ed il transistor T1 si trova interdetto.

Se la temperatura cresce oltre il valore di soglia la NTC assume un valore tale da rendere la tensione applicata al piedino 2 dell'operazionale minore di quella sul piedino 3, e di conseguenza l'uscita dello stesso va a livello alto (circa 11 volt positivi) e manda in conduzione il transistor T1.

LO STADIO DI ALIMENTAZIONE

Notate che questo componente serve ad alimentare uno stadio di alimentazione a corrente costante, che applica tensione alla cella di Peltier (mediante i punti OUT) ogni volta che l'uscita dell'operazionale (U3) si trova a livello alto. Infatti l'emettitore del T1 alimenta la base del darlington formato da T3 e T4, con una tensione stabilizzata dallo Zener D6.

Il transistor T2 serve a realizzare l'anello di regolazione per mantenere costante la corrente erogata; supponendo che il comparatore abbia tensione di uscita positiva, T1, T3 e T4 sono in conduzione e tra i punti + e − OUT è presente una tensione.

Collegando una cella tra questi punti in essa scorre corrente, la stessa che attraversa (poiché le si trova in serie) la resistenza R12; la corrente determina una caduta di tensione ai capi di quest'ultima, cosicché mediante il partitore resistivo R11-R10 la base del T2 riceve una tensione continua di polarizzazione. Se il valore della corrente nella cella (e quindi in R12) è tale che la tensione ai capi della R10 supera gli 0,6 volt, il T2 va in conduzione sottraendo una parte

della corrente che da R9 va alla base del T3; di conseguenza diminuiscono le correnti di collettore di T3 e T4, e viene limitata la corrente erogata alla cella.

Il circuito termostato-alimentatore è completato da due regolatori di tensione, un ponte raddrizzatore (formato da quattro diodi P600G) e dai necessari condensatori di livellamento. Il circuito si alimenta direttamente con un trasformatore da rete con primari 220V e secondario a presa centrale da 9+9 o 10+10 volt, 3 ampére.

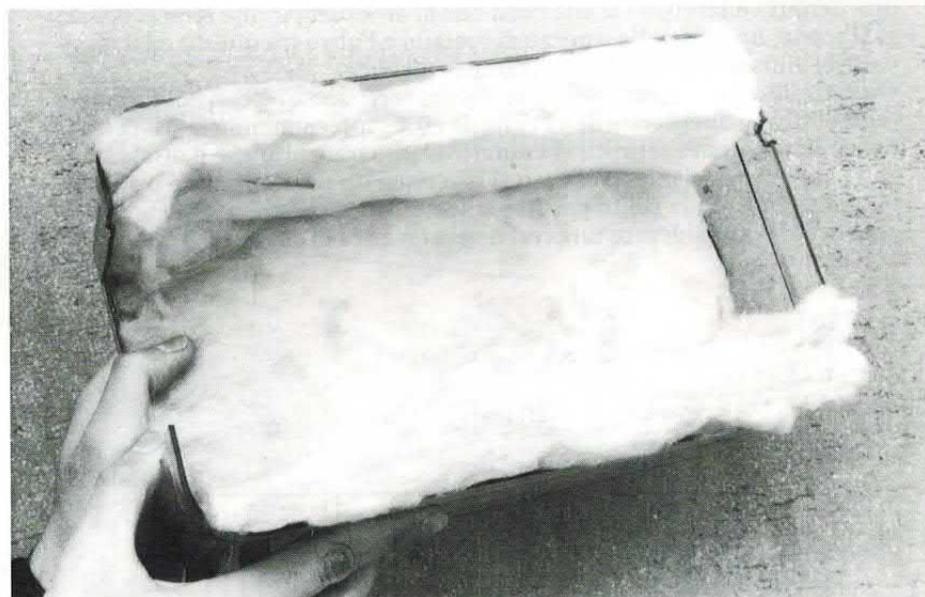
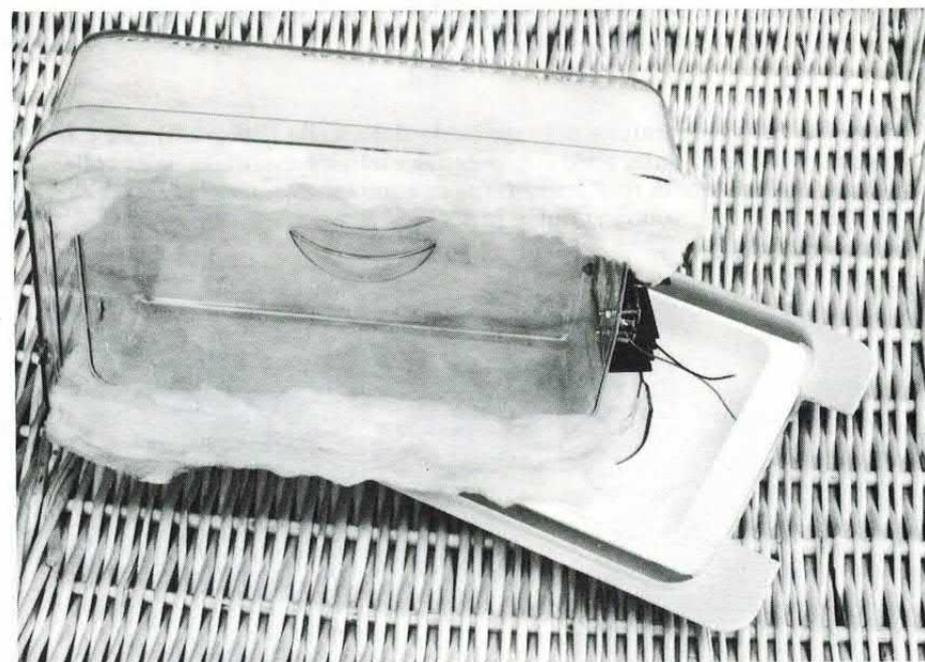
REALIZZAZIONE PRATICA

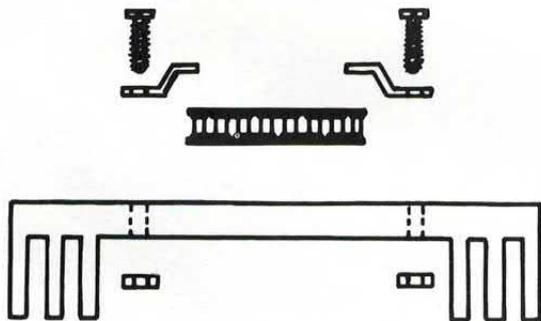
Passiamo quindi all'aspetto pratico del progetto, e vediamo la parte meccanica del frigorifero. A parte la realizzazione del circuito termostato-alimentatore, che va portata a termine seguendo le solite regole (rispetto della polarità di diodi e condensatori elettrolitici) c'è tutta la parte di costruzione del contenitore che lasciamo quasi del tutto alla vostra fantasia.

C'è solo una regola da rispettare: il contenitore deve essere rivestito con un buon isolante termico, ad esempio polistirolo epanso, lana di vetro, o schiuma di poliuretano. Quest'ultima viene venduta anche in bombolette spray; si spruzza, si lascia espandere ed asciugare, ed è pronta. Il contenitore potrà essere un frigorifero da viaggio (a pareti solide, non una borsa termica), un thermos da campeggio, un insieme di contenitori plastici da frigorifero.

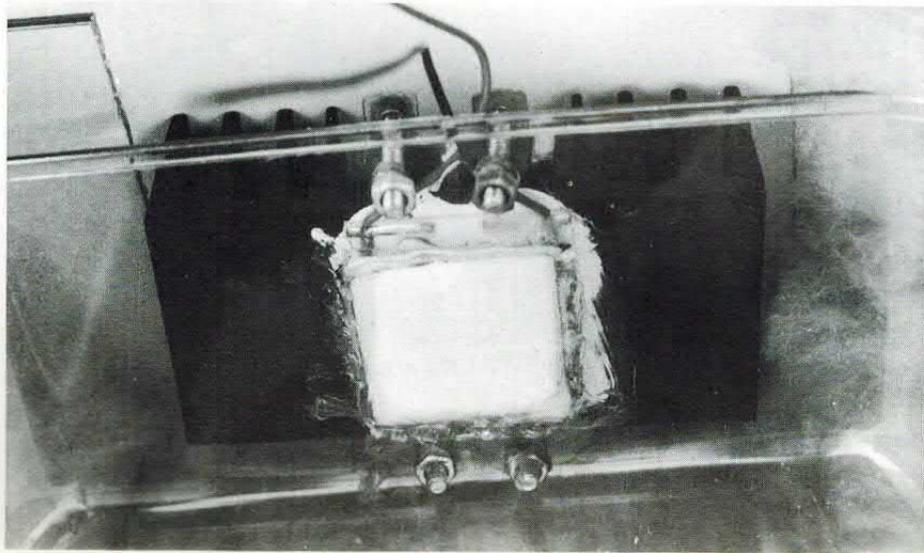
Nel caso costruiate da voi il contenitore, consigliamo di uilizzare due scatole di plastica di dimensioni diverse ma della stessa forma; quindi rivestite di isolante termico le pareti della più piccola e infilate il tutto nella più grande. Il volume non è un problema, tuttavia per raffreddare bene il frigorifero occorre un numero di celle proporzionato.

Il nostro termostato-alimentatore è stato previsto per alimentare una cella da 25W di potenza refrigerante (MI1063T prodotta dalla Marlow Industries e in vendita presso la Futura Elettronica

Per fare le prove abbiamo improvvisato un frigorifero usando due contenitori in plastica da cucina di dimensioni diverse. Per prima cosa abbiamo incollato le basi, una all'interno dell'altra.

Abbiamo poi rivestito le pareti del coperchio del più grande con lana di vetro, quindi abbiamo incastrato al suo interno il coperchio piccolo, sul quale avevamo fissato la cella col dissipatore.

COME DIMENSIONARE IL DISSIPATORE

Quando una cella di Peltier deve lavorare con correnti di una certa intensità arriva a scaldare molto e richiede un dissipatore che la aiuti a smaltire il calore prodotto; diversamente raggiunge temperature troppo elevate e si verificano i seguenti inconvenienti: si può danneggiare per surriscaldamento; non mantiene il salto termico, ovvero il lato freddo non riesce più a produrre molto freddo ma arriva a scaldare.
Il dissipatore va montato in modo da essere ben appoggiato al lato caldo della cella, interponendo tra i due della pasta al silicone per ottimizzare il trasferimento del calore.
In molte situazioni, soprattutto quando la cella deve affacciarsi all'interno di un contenitore con le pareti molto spesse, occorre porre tra il dissipatore ed il lato caldo della cella un parallelepipedo di metallo con le basi aventi la stessa superficie della cella; questo pezzo di metallo deve essere necessariamente in alluminio o rame, poiché deve avere la minima resistenza termica possibile.
Ovviamente le sue superfici devono essere piane, in modo da garantire una perfetta aderenza sia alla cella che al dissipatore; due strati di pasta al silicone, uno tra cella e pezzo di metallo e l'altro tra questo ed il dissipatore, aiutano a migliorare il contatto termico.
Quanto al dimensionamento del dissipatore occorre considerare una temperatura superficiale della cella di 70°C; interponendo la pasta al silicone la resistenza termica di contatto si può trascurare se il dissipatore ha le superfici levigate. Nel caso si inserisca un pezzo di rame o alluminio interponendo la solita pasta al silicone, se le superfici sono ben levigate occorre considerare una resistenza termica di circa 0,5 ÷ 0,6°C/W.

La resistenza termica complessiva tra cella e ambiente si ricava, note la potenza e la massima temperatura ambiente, con la seguente formula:

$$Rtca = \frac{Tc - Ta}{Pd}$$

dove Tc è la temperatura del lato caldo della cella (70 gradi), Ta è la temperatura ambiente, e Pd è la potenza elettrica assorbita dalla cella; Rtca è ovviamente la resistenza termica complessiva, espressa in °C/W se le temperature sono in gradi e la potenza in watt.

di Legnano, tel. 0331/543480); per alimentarne di più occorre prevedere il collegamento in parallelo o in serie, però in quest'ultimo caso occorrono celle con tensione di lavoro di 5 volt e non di 7±8 volt come il tipo che abbiamo scelto.

Per un buon funzionamento la cella deve affacciarsi solo col lato freddo all'interno del frigorifero; per migliorare la distribuzione del freddo conviene appoggiare il lato freddo ad una piastra di alluminio o di materiale ceramico di grande superficie, magari uguale a quella di una faccia dell'interno del frigorifero.

DOVE METTERE IL DISSIPATORE

Poiché normalmente le celle di Peltier sono molto sottili (4 o 5 millimetri di spessore) e lo spessore dell'isolante termico deve essere almeno due o tre centimetri, per tenere distante il dissipatore dalle pareti del frigorifero si può inserire tra il suo corpo ed il lato caldo della cella un pezzo di alluminio o rame di forma parallelepipida (oppure va bene un cubo) di spessore adeguato; il pezzo di metallo serve a trasmettere il calore dalla cella al dissipatore, permettendo nel contempo di tenere i due distanziati quanto basta.

Per una buona trasmissione del calore è necessario che il pezzo di metallo abbia le superfici ben lisce, in maniera da aderire perfettamente al dissipatore ed al lato caldo della cella; due strati di pasta al silicone (quella bianca, per dissipatori) consentiranno di migliorare la trasmissione del calore

La cella va posta col lato freddo rivolto all'interno del contenitore piccolo; sul lato caldo va appoggiato un radiatore con resistenza termica di 5 ÷ 6°C/W, interponendo uno strato di pasta al silicone.

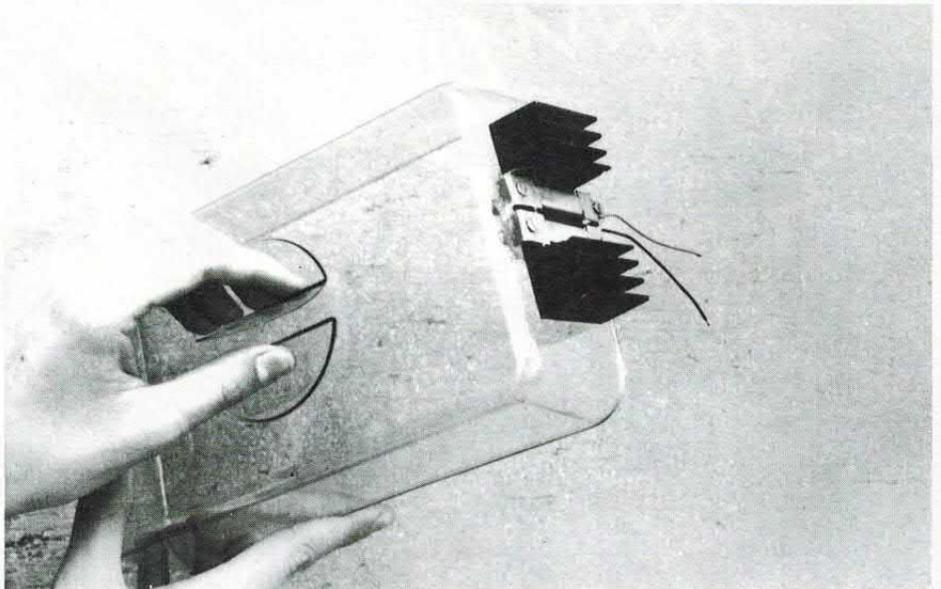
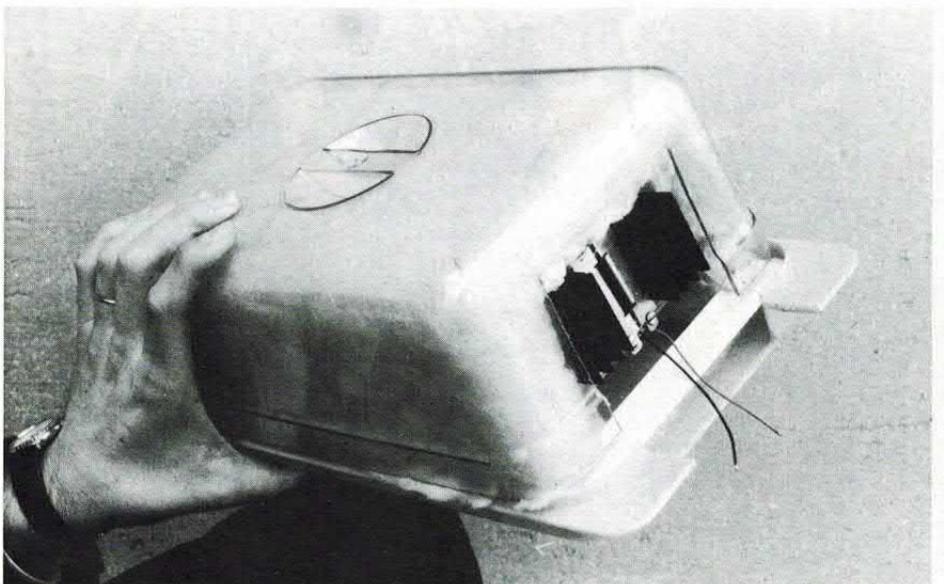
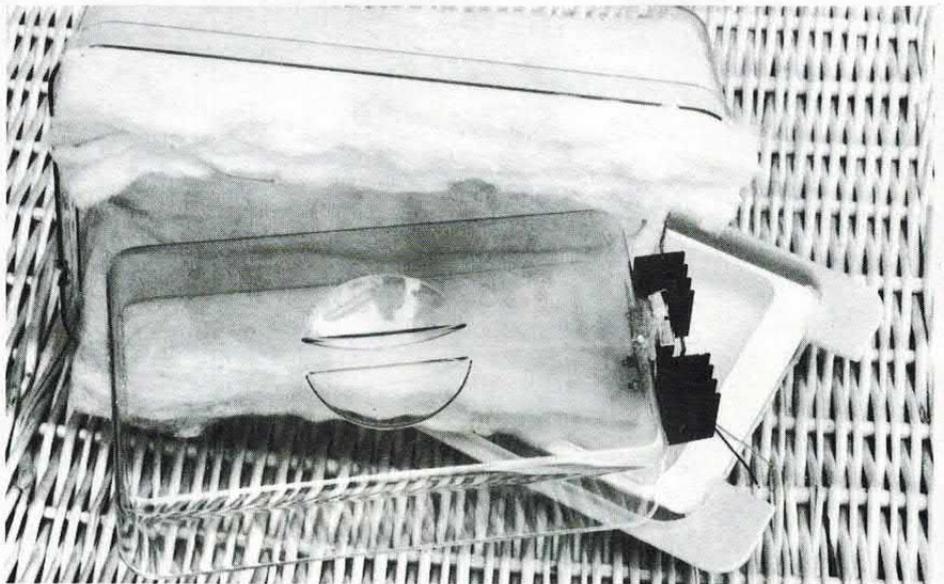
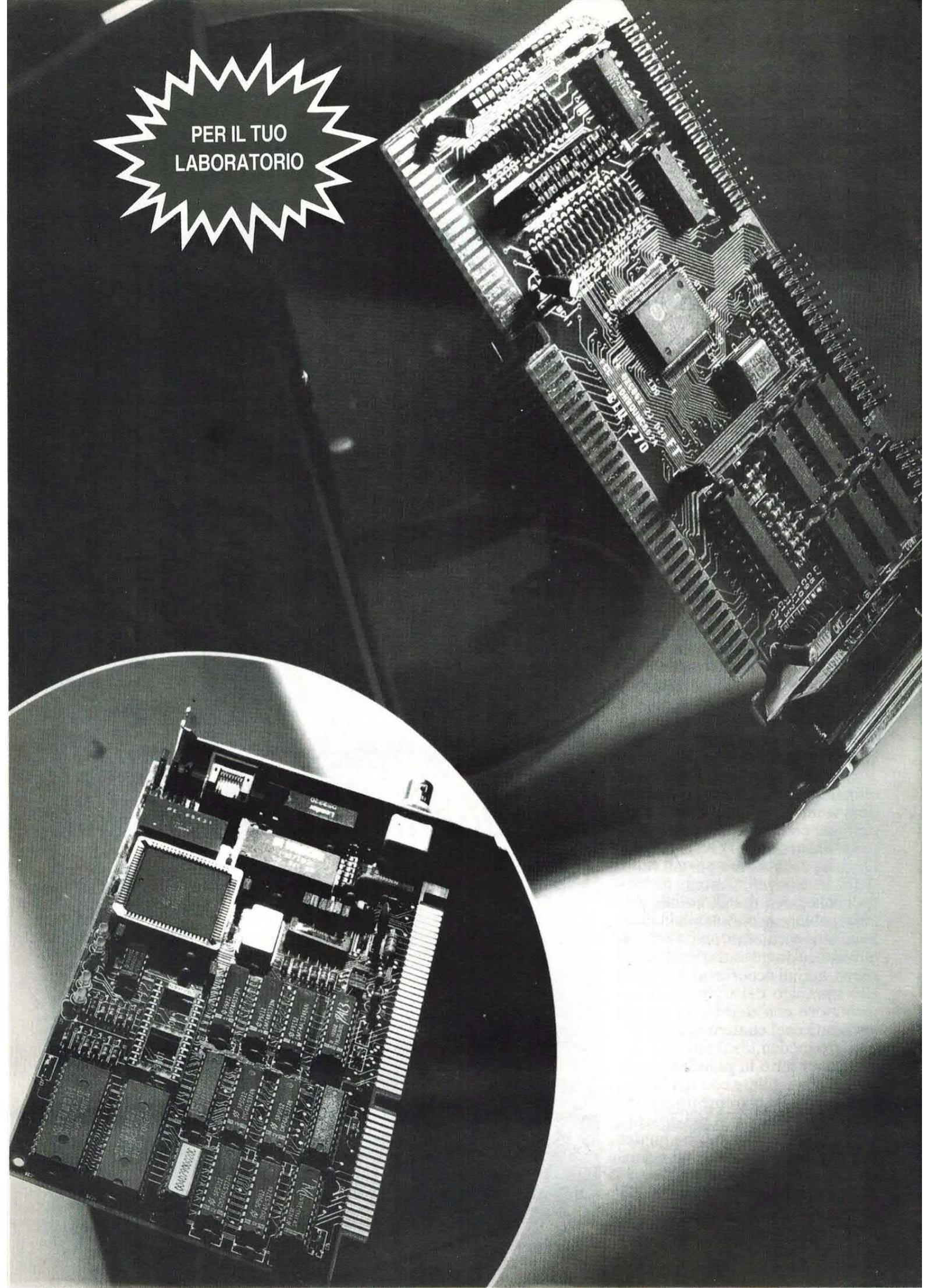
dalla cella al pezzo di metallo e da esso al dissipatore.

Messa assieme la parte refrigerante si può pensare a collocarla sul contenitore. Per facilitare il fissaggio dell'insieme suggeriamo di mettere uno sopra l'altro la piastra di alluminio, la cella di Peltier ed il dissipatore; quindi si fanno due fori su piastra e dissipatore ad una distanza maggiore della lunghezza del lato della cella, in modo che i fori sulla piastra risultino in corrispondenza di quelli sul dissipatore.

Pulite bene tutte le parti si appoggia la piastra all'interno del contenitore del frigorifero e se necessario (dipende dalle dimensioni della finestra fatta per introdurre la cella) si fanno due fori su di esso in corrispondenza di quelli ricavati prima sulla piastra.

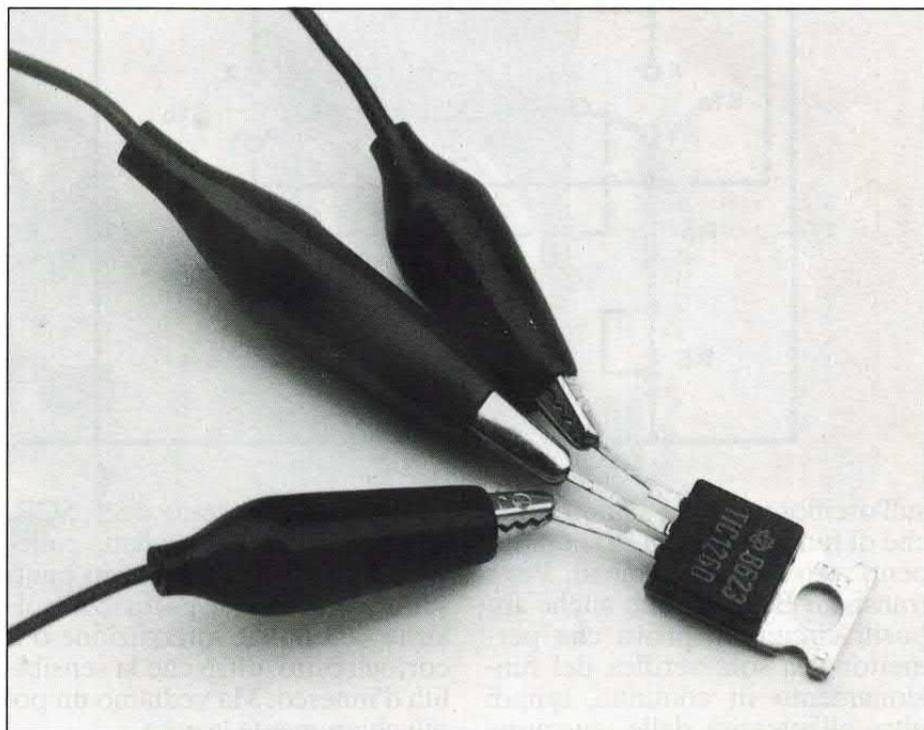
Dopo aver asportato eventuali trucioli si pone la piastra all'interno del frigorifero e nei due fori si mettono due viti con dado di diametro (consigliamo 3 mm, quindi i fori andranno fatti da 3±4 mm) e lunghezza adeguati; poi si introduce la cella e la si fa toccare con la piastra, quindi si introduce il pezzo di metallo usato come distanziatore fino a farlo toccare sul lato caldo della cella (anche qui va il silicone), e in ultimo si appoggia il dissipatore, facendo in modo che le viti entrino nei fori fatti precedentemente.

Quindi si mettono i dati e si stringono le viti, in modo da rendere il tutto più compatto fissandolo nel contempo al contenitore (vedi illustrazioni). Ovviamente i fili della cella vanno portati fuori dal contenitore, in modo da poterli collegare (attenzione alla polarità) al termostato-alimentatore. Facciamo presente che anche il termistore dovrà entrare nel frigorifero, quindi occorrerà collegarlo allo stampato del termostato-alimentatore con due fili isolati ed introdurlo nel contenitore del frigorifero mediante un foro che dovrete aver fatto in precedenza; se necessario sigillate con del silicone bianco o trasparente (quello da idraulici, non la pasta per dissipatori) il foro dove entrano i fili del termistore, in modo da non fare uscire il freddo.

□

Per poter fare qualche foto la cella è stata montata senza distanziare il dissipatore dalla parete del frigorifero; in pratica conviene inserire un distanziatore (un pezzo di alluminio o rame con le superfici ben levigate) anche perché mettendo l'isolante termico il dissipatore non viene ventilato.

STRUMENTAZIONE

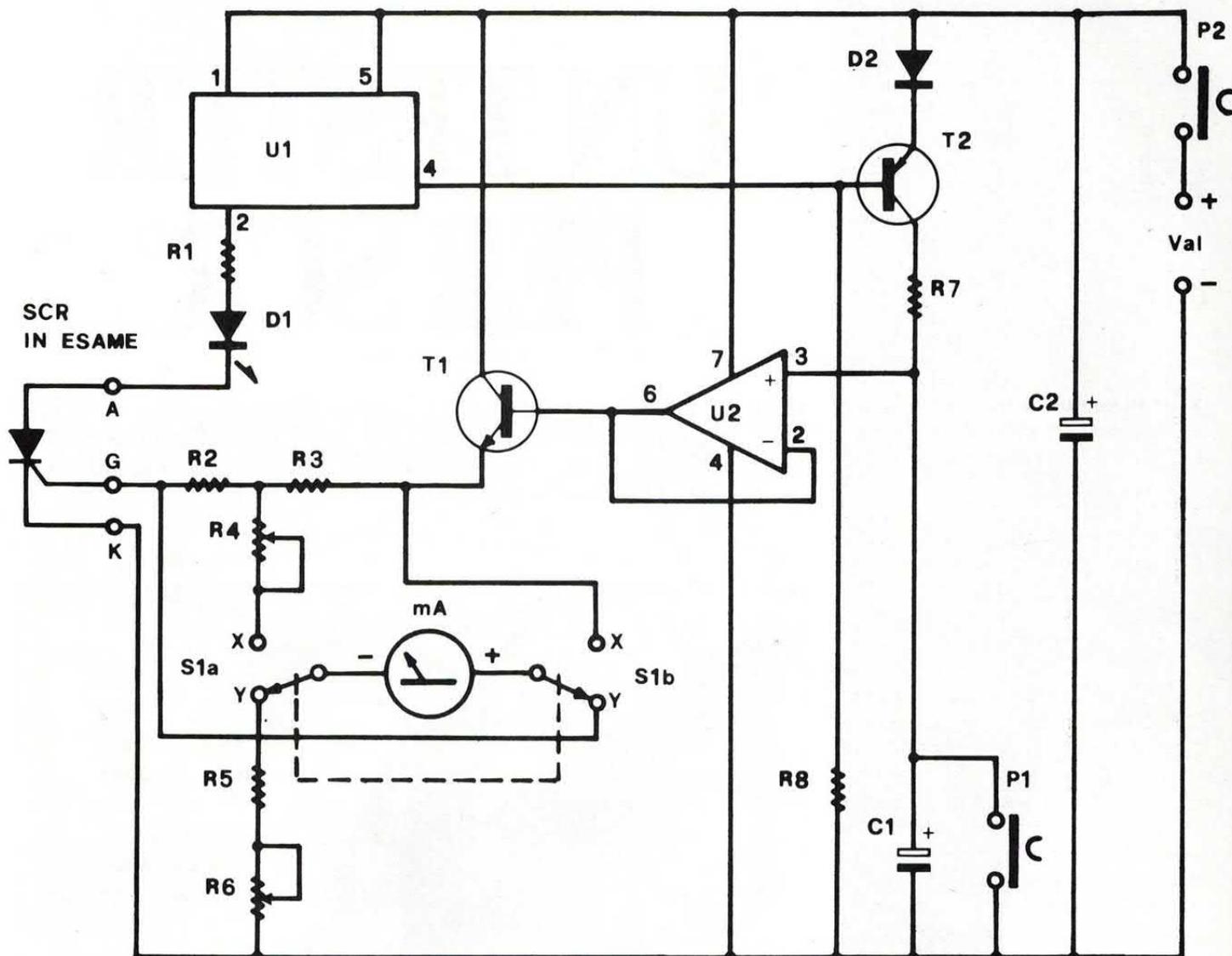
UN TESTER PER SCR

PER IL LABORATORIO DEL PRINCIPIANTE, MA ANCHE DEL PROFESSIONISTA, ECCO UN PICCOLO E COMPATTO DISPOSITIVO PER VERIFICARE LE CONDIZIONI DI QUASI TUTTI GLI SCR ATTUALMENTE USATI.

di DAVIDE SCULLINO

Molti componenti elettronici passivi, prima dell'uso, vengono oggi verificati con il tradizionale multimetro commutato per le misure di resistenza: è il caso di resistenze, induttanze, condensatori, trimmer e potenziometri, ma anche dei diodi, che pur non essendo passivi si possono controllare con il tester perché l'unica prova da fare su di essi è quella di conducibilità in un solo verso.

I componenti attivi a tre terminali come transistor e tiristori richiedono invece particolari strumenti per la verifica; certo, per controllare i transistor a giunzione (BJT) si potrebbe usare il solito tester commutato per le misure di resistenza, però in questo caso si potrebbe solo fare la verifica dell'integrità delle giunzioni. Sarebbe impossibile controllarne ad esempio il coefficiente di amplificazione.

Allo scopo esistono quindi degli strumenti detti «misuratori di HFE» oppure i tracciacurve, strumenti questi che consentono di visualizzare

schema elettrico

sull'oscilloscopio le caratteristiche di funzionamento dei componenti attivi a tre terminali. Per i transistor BJT esistono anche appositi circuiti di prova che permettono la sola verifica del funzionamento in continua, quindi oltre all'integrità delle giunzioni, anche il comportamento del transistor quando viene polarizzato: un esempio lo abbiamo pubblicato nel numero 130 di luglio/agosto 1990.

UN TEST COMPLETO

In questo articolo vorremmo invece presentare un circuito che permette di verificare, opportunamente usato, lo stato degli SCR, cioè dei diodi controllati; collegando un SCR agli appositi punti sullo stampato, si potrà controllarne l'eventuale interruzione o il cortocircuito, oltre che la sensibilità d'innesco. Ma vediamo un po' più chiaramente la cosa.

Il nostro prova-SCR è stato progettato al fine di poter controllare se un componente è funzionante o meno, oltre che per determinarne i parametri di innesco, cioè tensione e corrente di soglia per l'elettrodo di gate. Possiamo quindi sapere se un SCR è interrotto o in cortocircuito tra anodo e catodo, oppure se qualcosa non va nel gate o ancora, guardando le indicazioni date da un apposito strumento a lancetta, rilevare la tensione e la corrente di gate necessarie a far entrare in conduzione il componente.

COM'È FATTO IL TESTER

Per vedere come il nostro strumento svolge le funzioni pocanzi esposte, studiamolo attentamente servendoci del suo schema elettrico che è illustrato in queste pagine. Già a prima vista il circuito è semplice: per realizzarlo ci sono voluti solo poche resistenze, due integrati, due transistor e due diodi. L'SCR da controllare si attacca ai punti indicati con A, K, G, ovviamente facendo in modo che l'anodo stia collegato ad A, il catodo a K ed il gate a G.

Lo strumento (milliampèrometro) da 1 milliampère fondo scala può essere collegato in due modi differenti: guardatelo bene e noterete che con S1 nella posizione attuale (punti centrali verso i punti Y) è predisposto a funzionare da voltmetro. È infatti in parallelo al circuito di gate dell'SCR e misura quindi la tensione presente tra gate e catodo.

DUE TIPI DI MISURA

Se invece viene spostato il deviatore S1 in modo che i punti centrali vadano a toccare gli estremi contrassegnati con X, lo strumento funzionerà da ampèrometro, misurando infatti la corrente che scorre nell'elettrodo di gate del tiristore in esame; va comunque detto che in realtà nello strumento non passa tutta la corrente di gate, ma solamente una parte: la parte restante scorre nella resistenza R3 che fa da «shunt», ovvero preleva parte della corrente che scorre nel ramo in cui è inserito lo strumento, per permettergli di misurare correnti anche molto maggiori di quella di fondo scala.

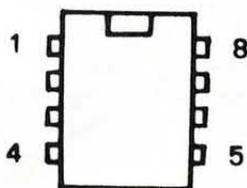
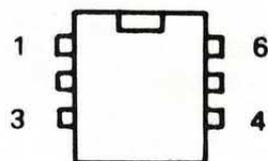
La tecnica di porre uno shunt in parallelo ad un ampèrometro è usata quasi sempre nelle misure, perché permette di utilizzare un solo strumento, magari da 100 microampère fondo scala, per misurare correnti con valori che vanno dai microampère a diverse decine di ampère. Del resto nei multimetri a lancetta si fa proprio questo: ogni portata ampèrometrica ha il suo shunt perfettamente calibrato. Andiamo avanti con lo studio dello schema e vediamo come funziona il circuito nell'insieme.

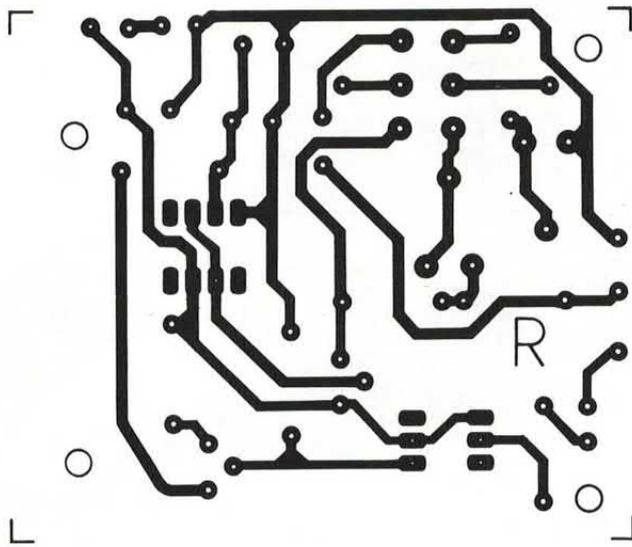
Diciamo subito che il test si basa su un sistema retroazionato che coinvolge il fotoaccoppiatore U1, il transistor T2, l'operazionale U2 e ovviamente il componente in prova. Supponiamo adesso di non inserire l'SCR nel circuito e di dare l'alimentazione ai punti Val con una pila da nove volt.

Supponiamo inoltre di chiudere il pulsante P2 e quindi di mettere sotto tensione l'intero circuito. Mancando il tiristore il punto A si trova isolato e quindi non scorre corrente nel LED interno al fotoaccoppiatore U1 (il LED ha l'anodo sul pin 1 ed il catodo sul pin 2): il transistor di uscita che fa capo ai pin 4 (emettitore) e 5 (collettore) resta interdetto e non influenza lo stato di polarizzazione del transistor T2.

Quest'ultimo risulta in saturazione perché è polarizzato attraverso la resistenza R8, connessa direttamente a massa. Il collettore del T2 si trova allora ad un potenziale di circa 8,2 volt e la sua corrente di collettore permette la carica del condensatore C1 (con costante di tempo circa uguale al prodotto tra R7 e C1) attraverso la R7.

COMPONENTI

R1 = 220 Ohm
R2 = 68 Ohm
R3 = 1,8 Ohm
R4 = 100 Ohm trimmer
R5 = 2,2 Kohm
R6 = 1 Kohm trimmer
R7 = 22 Kohm
R8 = 10 Kohm
C1 = 10 µF 25 Vl
C2 = 47 µF 16 Vl
D1 = LED ∅ = 5 mm
D2 = 1N4148
T1 = BC107B
T2 = BC177B
U1 = 4N35
U2 = CA3140E
S1 = Deviatore bipolare
P1 = Pulsante unipolare normalmente aperto
P2 = Pulsante unipolare normalmente aperto
mA = Strumento da pannello 1 mA fondo scala.
Val = 9 volt c.c.

Il CA3140 (da sopra).

L'opto 4N35 (da sopra).

traccia rame

Lato rame della basetta in scala 1:1. La traccia prevede l'alloggiamento sulla basetta di tutti i componenti eccetto i due pulsanti, che vanno all'esterno.

Man mano che cresce la tensione ai capi del condensatore cresce anche la tensione d'uscita dell'operazionale U1 (un CA3140E caratterizzato dall'avere lo stadio di ingresso a CMOS e quindi ad altissima resistenza) che è configurato come inseguitore di tensione e presenta quindi un guadagno in tensione unitario.

L'operazionale serve solo per fornire la necessaria tensione al gate del triac (attraverso T1), senza scaricare il condensatore C1: infatti la corrente richiesta dal triac la forniscono l'operazionale ed il T1, quest'ultimo montato a collettore comune ed usato quindi come amplificatore di corrente con guadagno in tensione di poco inferiore ad uno.

Poiché manca l'SCR di prova, quando il condensatore C1 si sarà caricato completamente il circuito resterà in una condizione stabile, con l'optoaccoppiatore interdetto, T2 in saturazione e il punto di collegamento del gate ad un potenziale di poco inferiore a quello sul positivo del C1. Premendo P1 si scarica immediatamente il condensatore e il circuito riparte da capo.

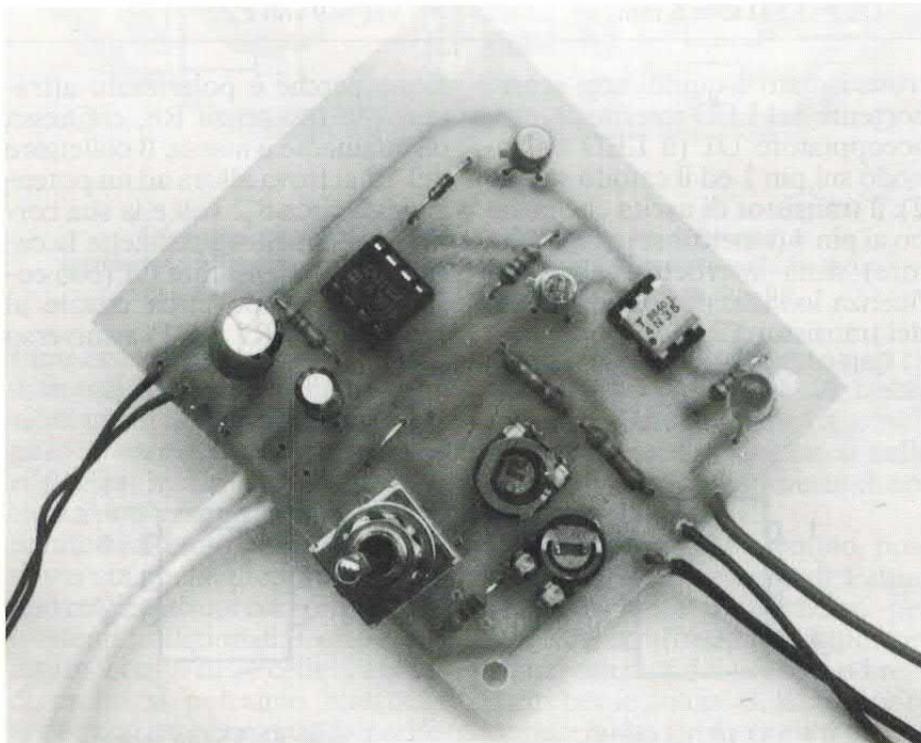
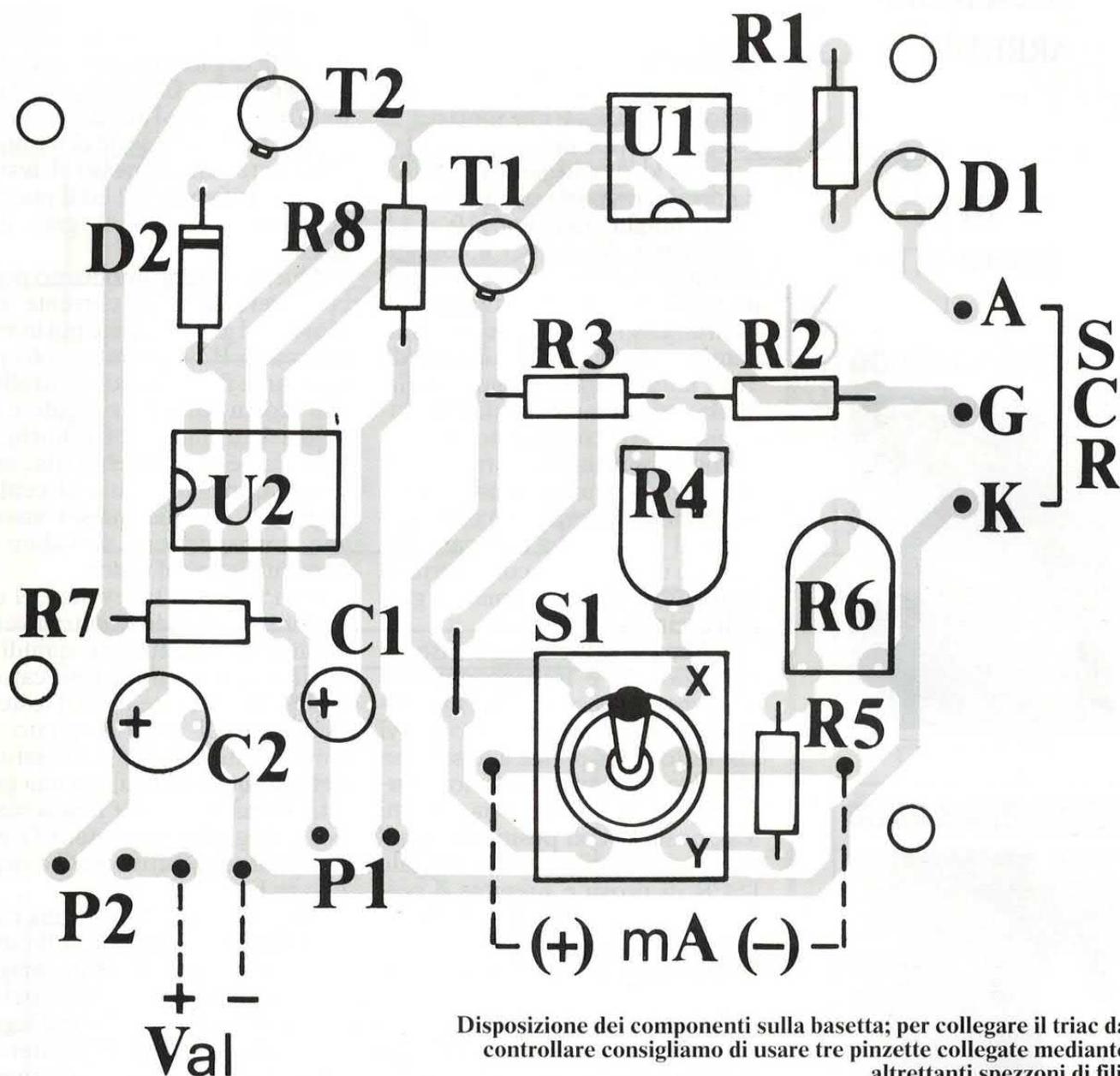
L'INNESCO DEL TIRISTORE

Se ora togliamo l'alimentazione al circuito, lasciamo scaricare totalmente C1 e C2 e colleghiamo un SCR come illustrato nello schema elettrico, le cose cambiano. Alimentiamo nuovamente il tutto chiudendo il pulsante P2 e vediamo che si ripetono le condizioni iniziali viste nel caso precedente, cioè senza tiristore.

Però questa volta, non appena la tensione presente sul punto collegato al gate (G) oltrepassa quella di soglia dell'SCR, scorre corrente tra i punti A e K (perché il tiristore viene innescato e va praticamente in cortocircuito tra anodo e catodo) e quindi anche nel LED interno al fotoaccoppiatore U1.

Di conseguenza va in conduzione il transistor interno allo stesso fotoaccoppiatore e la tensione tra base di T2 e positivo di alimentazione diviene insufficiente a polarizzare tale transistor: infatti la differenza di potenziale tra i pin 4 e 5 di U1 (che è poi la Vce del transistor interno) si riduce a circa 600 ÷ 700 millivolt. Il diodo D2 è stato messo per alzare o meglio, raddoppiare, la tensione di soglia del transistor T2.

Diversamente, poiché la tensione Vce di saturazione del transistor d'uscita di U1 è circa uguale alla tensione di soglia base-emettitore del T2, quest'ultimo sarebbe rimasto sempre in conduzione e il fotoaccoppiatore sarebbe stato ininfluente su di esso. Torniamo ora allo studio dello schema: eravamo arrivati all'interdizione del T2, dovuta alla scarsa tensione di polarizzazione imposta dal fotoaccoppiatore.

Se il T2 si interdice, il condensatore smette di caricarsi e la tensione ai suoi capi resta al valore

il montaggio

Disposizione dei componenti sulla basetta; per collegare il triac da controllare consigliamo di usare tre pinzette collegate mediante altrettanti spezzoni di fili.

che ha determinato l'innesco dell'SCR. Infatti la tensione su C1 è cresciuta fino a portare la tensione gate-catodo dell'SCR oltre il valore di soglia, perché nel tiristore non scorreva corrente ed essendo disabilitato U1, il T2 forniva corrente per la carica.

LA MISURA DEI PARAMETRI

Vediamo quindi che il circuito resta ora in una condizione stabile di funzionamento e con il milliampèrometro si possono misurare tensione e corrente d'innesco. Con il deviatore nella posizione illustrata nello schema elettrico lo strumento visualizza la tensione presente tra gate e catodo. Spostando il deviatore nella posizione opposta lo strumento misura invece la corrente che scorre nell'elettrodo di gate.

I trimmer R4 e R6 servono per tarare rispettivamente le misure di corrente e quelle di tensione.

Esaminato il funzionamento del circuito passiamo ora alle fasi di costruzione e di messa a punto. Per realizzare il prova-SCR bisogna prima di tutto costruire il circuito stampato, aiutandosi con la traccia del lato rame (lo stampato è ad una sola faccia) che pubblichiamo a grandezza naturale in queste pagine.

REALIZZAZIONE PRATICA

Procurati i pochi componenti necessari si potrà procedere montando le resistenze, il diodo 1N4148, i due trimmer e se vorrete, due zoccoli (uno a 4+4 pin ed uno a 3+3 pin) per il CA3140E ed il fotoaccoppiatore. Si monteranno poi i due transistor, facendo attenzione ad inserirli come in-

dicato nella disposizione componenti (guardare sempre la posizione delle tacche di riferimento, anche per gli integrati) ed i condensatori elettrolitici.

Si monteranno poi i led, il deviatore e i pulsanti che sono del tipo aperto a riposo.

Per il loro collegamento basteranno degli spezzoni di filo non molto lunghi (massimo 10 o 15 centimetri). Anche per il collegamento dello strumento si potranno usare due fili: ricordiamo che lo strumento deve essere da 1 milliampère fondo scala o anche da 500 microampère fondo scala. Nulla comunque vieta di utilizzare un tester commutato su una portata opportuna in corrente; nel collegare lo strumento o il tester è fondamentale il rispetto della polarità: il positivo va collegato alla sezione di S1 che ha come estremi l'emettitore di T1 e il punto di gate dell'uscita per il tiristore.

Ultimato il montaggio inserite operazionale e fotoaccoppiatore nei rispettivi zoccoli e fate un controllo dell'insieme per accertarvi che tutto corrisponde allo schema elettrico. Se è tutto a posto prendete una pila e collegatela ai punti Val, positivo con positivo e negativo con negativo. Non collegate l'SCR di prova e premete il pulsante P2 dopo aver spostato i centrali di S1 in posizione Y, cioè dove si trovano nello schema elettrico.

Quasi istantaneamente la lancetta dello strumento salirà andando magari a fondo scala. Rilasciate ora P2 e premete P1. Ponete in cortocircuito i punti A e K e premete nuovamente P2: tenendolo premuto vedrete che il LED D1 si illuminerà, mentre la lancetta dello strumento resterà a zero. Rilasciate P2 e rimuovete il cortocircuito A-K. Ponete quindi in cortocircuito i punti G e K e spostate la levetta di S1 nell'altra posizione.

Premete un istante P1 e poi rilasciatelo. Tenete ora premuto P2 e vedrete spostarsi la lancetta dello strumento, che potrà anche andare a fondo scala.

Rilasciate P2 e prendete un tester, commutandolo sulle misure di corrente con portata 10 o 50 milliampère fondo scala.

Procuratevi un SCR con corrente d'innesco di 5 o 10 mA (va bene anche un TIC126) e connettetelo con tre fili dotati ad un'estremità di pinzette a coccodrillo, allo stampato. Chiaramente il catodo andrà su K, l'anodo su A ed il gate su G. Però in serie al terminale di gate andrà messo il tester, con il positivo su R2 ed il puntale negativo collegate al gate dell'SCR.

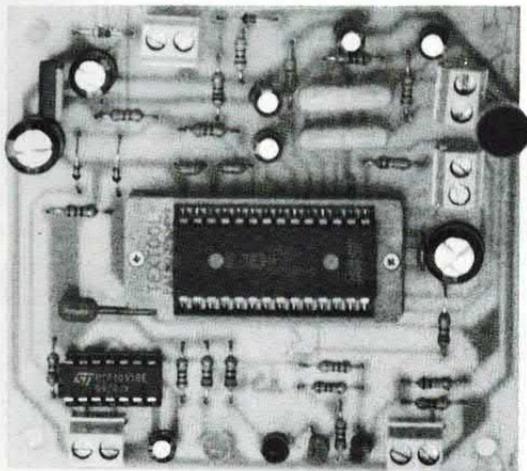
Questo perché dobbiamo poter conoscere la vera corrente che scorre nel gate. Mettete poi in cortocircuito P2 e premete solo per un istante il P1; quindi controllate che scorra corrente nel gate e regolate il trimmer R4 affinché la lancetta dello strumento stia entro la scala, magari vicino al centro: segnatevi dunque questo valore, che corrisponderà al valore di corrente letto sul tester.

Ora spostate la levetta del deviatore riportando i centrali verso i punti Y: effettuerete quindi la misura della tensione gate-catodo dell'SCR. Staccate però il tester e ricollegate il gate al punto G. Commutate il tester per le misure di tensione continua con una portata vicina ai 10 volt fondo scala; poi collegatelo tra i punti G e K del circuito (positivo su G e negativo su K).

Regolate quindi il trimmer R6 fino a tenere la lancetta dello strumento mA entro la scala, magari nei pressi del centro. Segnatevi il valore indicato e quello che leggerete sul quadrante del tester. In base al valore di corrente precedentemente misurato e quello di tensione appena rilevato, potrete graduare la scala dello strumento mA in milliampère e volt, al fine di poter leggere direttamente su esso i valori risultanti dalle prove degli SCR.

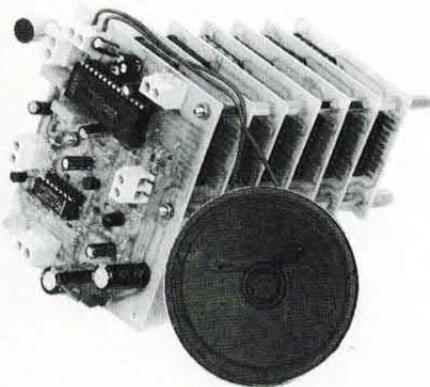
Magari premete P1 e ripetete la prova di corrente e quella di tensione, per maggiore sicurezza. Quindi rimuovete il cortocircuito dal P2 e togliete il tester: il circuito è pronto per funzionare e potrete racchiuderlo in un piccolo contenitore facendo sporgere lo strumento a lancetta, la levetta del deviatore, il LED ed i pulsanti. □

la parola ai ...

È da poco disponibile la rivoluzionaria famiglia di integrati per sintesi vocale prodotta dalla statunitense ISD. Questi nuovi chip denominati **DAST (Direct Analog Storage Technology)** contengono, oltre ai convertitori A/D e D/A, anche una memoria *EEPROM* da 1 Mbit cancellabile elettricamente, un ingresso microfonico ed una uscita per altoparlante. Questi dispositivi funzionano come i normali registratori/riproduttori digitali ma hanno il vantaggio di mantenere i dati in memoria per ben 10 anni anche in assenza di tensione di alimentazione. Risulta così possibile per chiunque *-senza ricorrere a complessi programmatori o costosi sistemi di sviluppo* - programmarsi facilmente i propri circuiti di sintesi vocale con memoria permanente. Una possibilità che consentirà di *"dare voce"* ad un numero elevatissimo di apparecchiature elettriche o elettroniche. Inoltre, ciascuno integrato della famiglia ISD1000, è in grado di registrare e riprodurre sino ad un massimo di 160 frasi. Attualmente disponiamo a magazzino del modello ISD1016A da 16 secondi e della relativa completa documentazione tecnica in italiano.
Sono altresì disponibili i seguenti prodotti che utilizzano gli integrati **DAST**:

REGISTRATORE / RIPRODUTTORE / PROGRAMMATORE

Questa semplice scheda può essere utilizzata sia come registratore/riproduttore digitale che come programmatore per integrati **DAST** della famiglia ISD1000.
L'apparecchio, che viene fornito completo di microfono e altoparlante, dispone di due pulsanti di controllo: premendo il pulsante di REC il dispositivo inizia a registrare e memorizzare nella EEPROM interna i dati corrispondenti al segnale audio captato dal microfono; attivando il pulsante di PLAY la frase memorizzata viene fedelmente riprodotta dall'altoparlante di cui è dotato il circuito. L'integrato **DAST** così programmato può venire prelevato dalla scheda ed utilizzato in qualsiasi circuito di sola lettura: i dati vengono mantenuti, anche in assenza di alimentazione, per oltre 10 anni!
Tensione di alimentazione compresa tra 9 e 18 Vdc. Il programmatore è disponibile sia con zoccolo normale che con TEXT-TOOL. La scheda non comprende l'integrato **DAST.**

Cod. FT44 *(versione standard)* **Lire 21.000**
Cod. FT44T *(versione con text-tool)* **Lire 52.000**

Cod. FT45	**LETTORE A SINGOLO MESSAGGIO**	**Lire 14.000**
Cod. FT46	**PROGRAMMATORE A QUATTRO MESSASSI** *(versione standard)*	**Lire 32.000**
Cod. FT46T	**PROGRAMMATORE A QUATTRO MESSAGGI** *(versione con text-tool)*	**Lire 64.000**
Cod FT47	**LETTORE A QUATTRO MESSAGGI**	**Lire 28.000**
	*(Tutti i dispositivi sono in scatola di montaggio e non comprendono l'integrato **DAST**).*	
ISD1016A	Integrato **DAST** con tempo di registrazione di 16 secondi	**Lire 32.000**

REGISTRATORE DIGITALE ESPANDIBILE

Questo dispositivo è composto da un particolare registratore/riproduttore digitale a 16 secondi (cod. FT59) che utilizza un integrato ISD1016; a questa piastra base (completa di microfono e altoparlante) è possibile aggiungere delle schedine di espansione (cod. FT58) ciascuna delle quali incrementa di 16 secondi il tempo a disposizione. Non c'è un limite al numero di schede di espansione che possono essere collegate in cascata. Le basette si adattano perfettamente sia dal punto di vista elettrico che da quello meccanico. Tutte le funzioni vengono controllate mediante un pulsante di PLAY ed uno di REC. Alimentazione 9-18 volt.

Cod. FT59 *(completo di ISD1016A)* **Lire 52.000**
Cod. FT58 *(completo di ISD1016A)* **Lire 38.000**

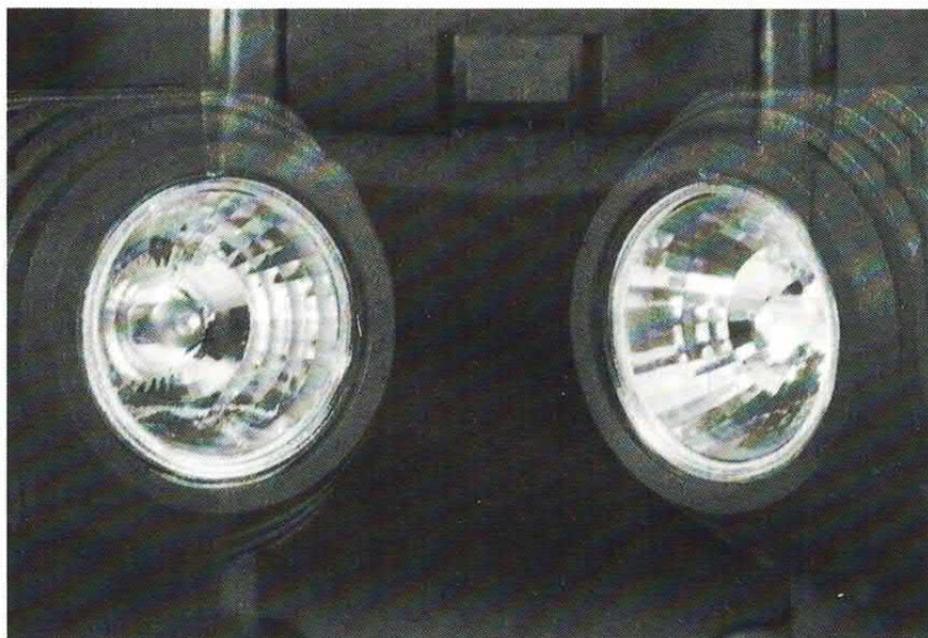
SISTEMI PROFESSIONALI OKI IN ADPCM

Disponiamo del sistema di sviluppo in gradi di programmare qualsiasi speech processor dell'OKI, compresi i nuovi chip con PROM incorporata dalla serie MSM6378; Con questi dispositivi è possibile realizzare sistemi parlanti di ottima qualità e di dimensioni particolarmente contenute.

Spedizioni contrassegno in tutta Italia con spese a carico del destinatario. Per ricevere ciò che ti interessa scrivi o telefona a: FUTURA ELETTRONICA Via Zaroli 19 - 20025 LEGNANO (MI) - Tel. (0331) 543480 - (Fax 593149) oppure fai una visita al punto vendita di Legnano dove troverai anche un vasto assortimento di componenti elettronici, scatole di montaggio, impianti antifurto, laser e novità elettroniche da tutto il mondo.

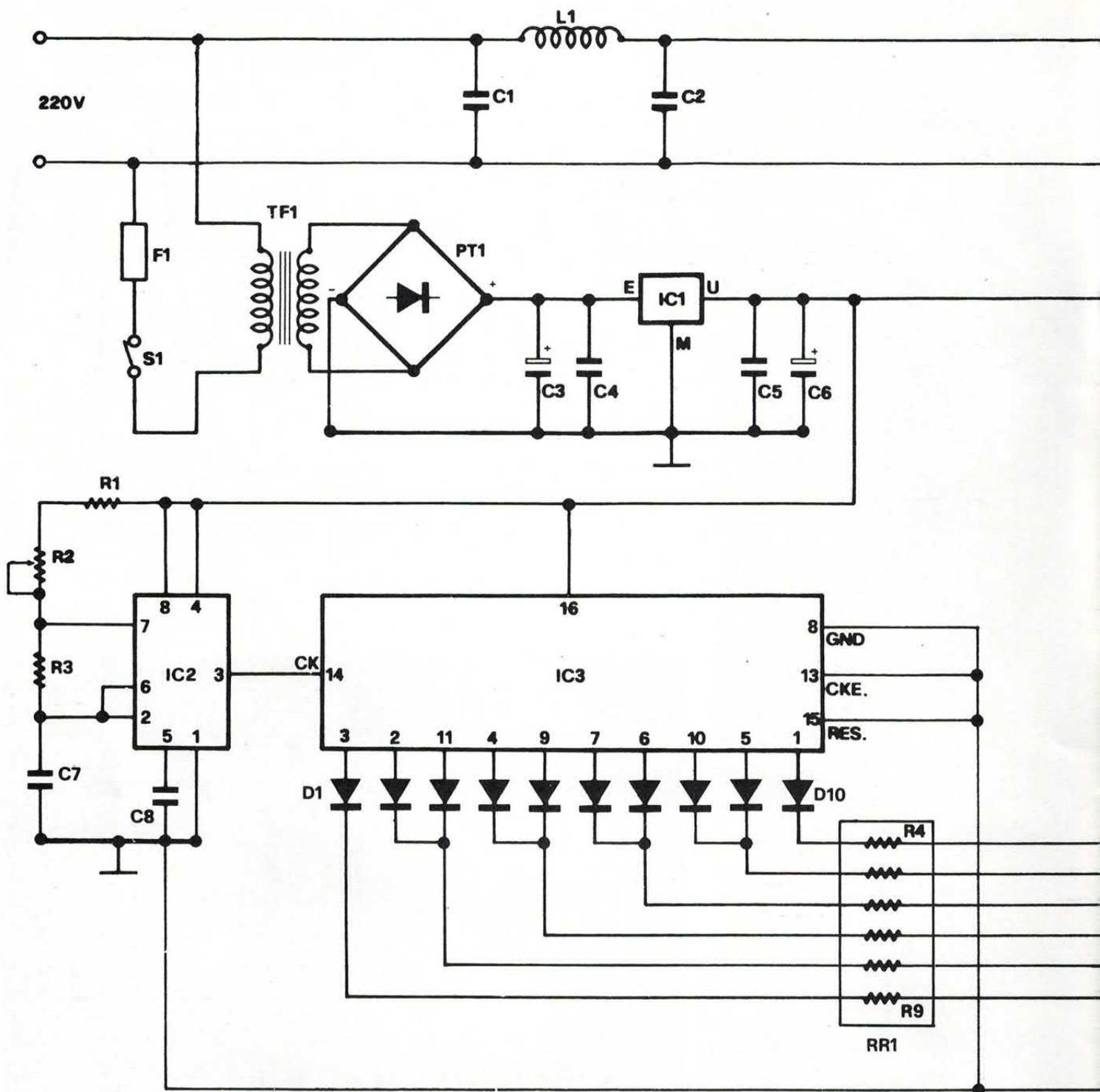
DISCO LIGHTS

CENTRALINA LUCI SEQUENZIALI

UNA SPLENDIDA CENTRALINA CHE PERMETTE DI OTTENERE CON SEI LAMPADE, FUNZIONANTI A TENSIONE DI RETE, L'EFFETTO LUMINOSO VISTO SULL'AUTOMOBILE DEL NOTO TELEFILM "SUPERCAR". IDEALE PER DISCOTECHE.

Il controllo di sistemi di illuminazione tramite procedimenti elettronici ha acquistato notevole importanza grazie allo sviluppo dei dispositivi a semiconduttore, quali i triac e gli SCR, di dimensioni ridotte, ma in grado di controllare correnti elevate e di lavorare con tensioni elevate. L'analisi di questi dispositivi e delle loro applicazioni pratiche appartiene al ramo dell'elettronica di potenza.

Le applicazioni che vedono il controllo dell'accensione e dello spegnimento di alcune lampade, o della loro intensità, sono innumerevoli; possono essere citate a titolo di esempio le lampade dei semafori di regolazione del traffico cittadino, l'illuminazione delle vetrine, l'illuminazione pubblica, i sistemi per luci di emergenza ecc.

Dove però le caratteristiche di questi componenti (triac e SCR) acquistano maggior risalto, è nelle applicazioni in sale per spettacoli o nelle discoteche, dove vengono impiegati numerosi sistemi elettromec-

canici ed elettronici di illuminazione per creare gradevoli effetti luminosi, alcuni sincronizzati con il ritmo della musica per dare maggior corpo allo spettacolo.

Se siete intenzionati a realizzare un simile progetto, troverete in questo articolo una valida centralina luci che permette (tramite 6 lampade a 220 volt) di effettuare una sequenza avanti-indietro simile a quella della fantastica macchina del telefilm «SUPERCAR». Per quanto riguarda la sicurezza, gli stadi di potenza del nostro circuito direttamente alimentati dalla rete a 220 volt sono stati separati galvanicamente dagli stadi di controllo che lavorano a bassa tensione, utilizzando degli OPTO-DIAC: questi da soli ci permettono, senza aggiungere transistor, di eccitare direttamente il gate dei triac, assicurando un isolamento tra i due stadi di ben 4000 volt.

SCHEMA ELETTRICO

Il circuito si compone di un multivibratore astabile, costituito da IC2 (un integrato ICM 7555 equivalente al conosciutissimo NE 555, ma in versione CMOS)

schema elettrico

la cui frequenza di oscillazione è regolabile tramite il potenziometro da un megaohm.

Con questo potenziometro potremo così variare la velocità di svolgimento della sequenza di accensione delle lampade.

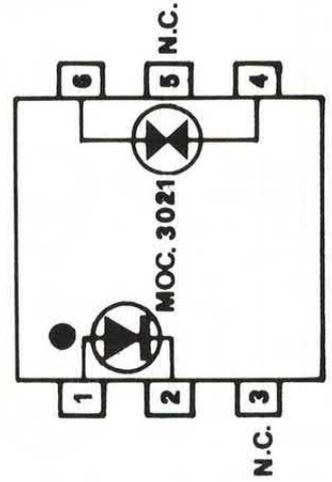
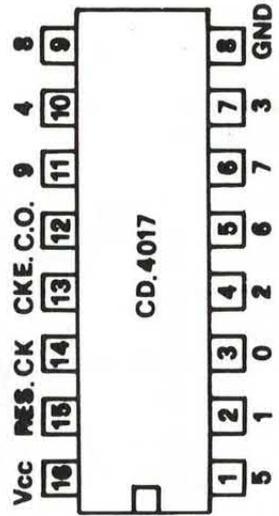
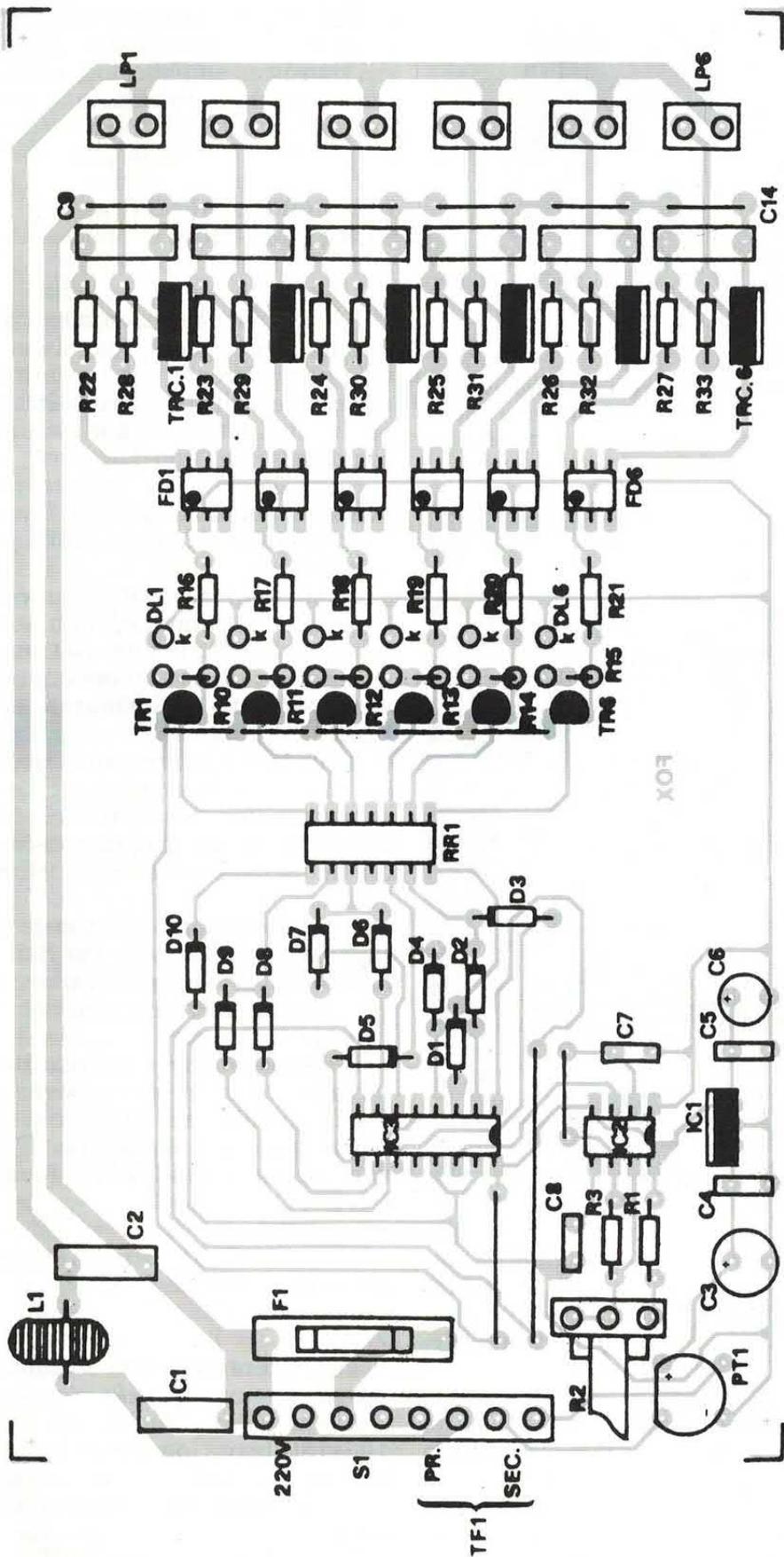
La versione CMOS offre prestazioni nettamente superiori a quelle dei normali NE 555, in termini di assorbimento, gamma di frequenza, tensione di lavoro, ecc. L'uscita (corrispondente al piedino 3) di IC2 è direttamente collegata al piedino di clock (14) di IC3, un integrato CMOS tipo CD 4017, sulle cui uscite sono collegati (mediante 6 transistor) 6 led che fungono da monitor per la centralina. Ad ogni impulso di clock fornito da IC2 sul piedino 14 di IC3, una delle 10 uscite di questo integrato (IC3) si porta dall'iniziale stato logico «0» allo stadio «1».

Le uscite cambiano di stato in sequenza, iniziando dalla prima (al primo impulso) e proseguendo con le altre.

Poiché IC3 conta solo in avanti (in altre parole quando il conteggio ha raggiunto l'ultima uscita ricomincia nuovamente dalla prima) per ottenere una sequenza luminosa «avanti/indietro» basta semplicemente accoppiare tra lo-

per il montaggio

FOX

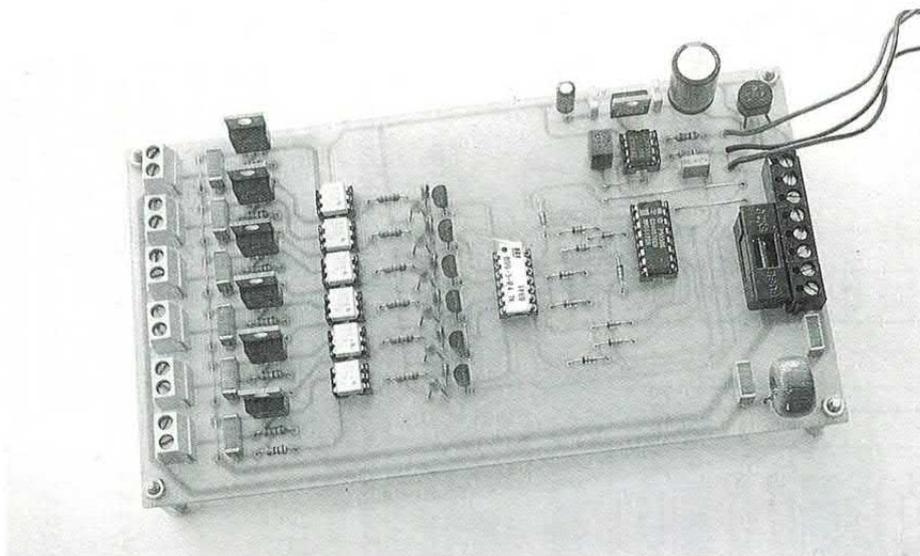
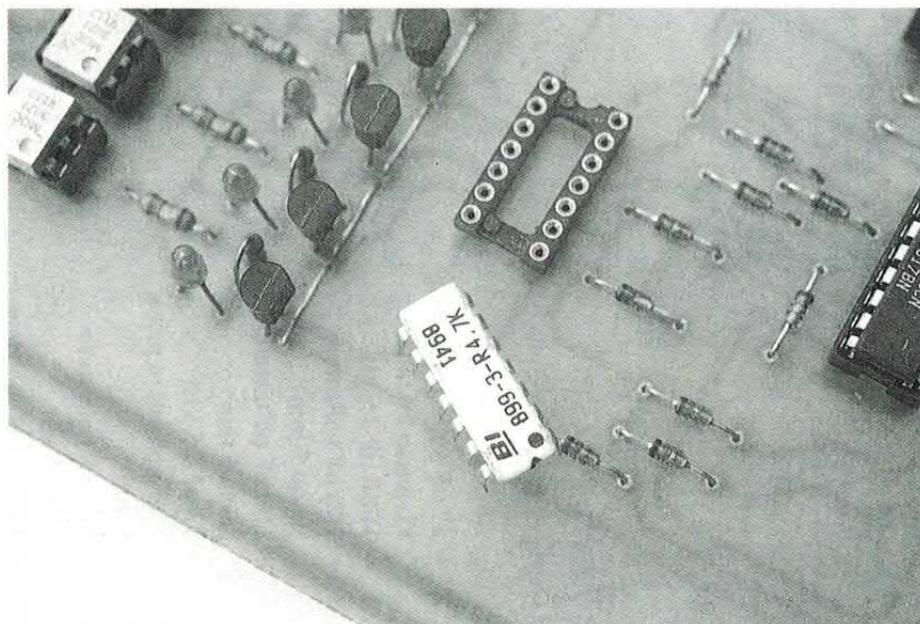
Connessioni dei piedini del popolare timer 555 in versione CMOS.

Fotoaccoppiatore MOC3021.

Connessioni dei piedini del contatore CD4017, visto da sopra.

COMPONENTI

R1 = 1 Kohm
R2 = 1 Mohm potenz. lin.
R3 = 10 Kohm
RR1 = Rete resistiva da 4,7 Kohm modello 899-3, 14 pin, Beckman.
R10 ... R15 = 330 Ohm
R16 ... R21 = 470 Ohm
R22 ... R27 = 100 Ohm
R28 ... R33 = 1 Kohm
C1 = 47 nF poliestere 400 VL passo 10 mm
C2 = 47 nF poliestere 400 VL passo 10 mm
C3 = 1000 µF 25 VL
C4 = 100 nF poliestere passo 5 mm
C5 = 100 nF poliestere passo 5 mm
C6 = 22 µF 25 VL
C7 = 1 µF poliestere passo 5 mm
C8 = 100 nF poliestere passo 5 mm
C9 ... C14 = 47 nF poliestere 400 VL passo 10 mm
D1 ... D10 = 1N4148
DL1 ... DL6 = diodi led 3 mm
TR1 ... TR6 = BC547B
FD1 ... FD6 = MOC 3021
IC1 = 7812
IC2 = 7555
IC3 = CD4017

PT1 = Ponte diodi 100V/1A

TRC1 ... TRC6 = Triac 10A/600V
F1 = Fusibile 500 mA ritardato
L1 = Bobina antidisturbo 0,2 mH
TF1 = 220V/15V 5 W
S1 = Interruttore unipolare

Tutte le resistenze sono da 1/4 di watt, tolleranza del 5%.

Varie = 1 zoccolo 8 pin, 1 zoccolo 16 pin, 1 zoccolo 14 pin, 6 zoccoli 6 pin, 1 porta fusibile per c.s., 1 morsettiera 8 poli, 6 morsettiere 2 poli.

Il nostro prototipo. Per rendere più compatto il montaggio abbiamo usato una rete resistiva dual-in-line che contiene le resistenze da R4 ad R9; se volete, potrete montare anche questo chip su zoccolo, anche se di solito non si guasta. Ricordate tutti i ponticelli illustrati nella disposizione dei componenti.

ro, mediante otto diodi al silicio, otto uscite.

La sequenza con cui i piedini del 4017 cambiano il loro stato logico è la seguente: 3, 2, 4, 7, 10, 1, 5, 6, 9, 11.

Grazie alla presenza dei diodi da DS1 a DS10, che collegano le uscite pari e dispari tra loro, è possibile simulare un conteggio «avanti/indietro», in quanto i led vengono alimentati dalla condizione logica 1 a una frequenza di 2 Hz.

Ciascuna di queste 10 uscite può eccitare, contemporaneamente al LED, anche il diodo del fotodiac dell'interfaccia di potenza.

LA SEZIONE DI POTENZA

Il circuito di potenza controlla, come suggerisce il nome stesso, potenze elevate; l'accensione o lo spegnimento di una lampada viene stabilito dallo stato di conduzione o di interdizione in cui si trova il rispettivo triac (uno dei TRC1 ÷ TRC6).

Questi dispositivi di commutazione possono originare disturbi di tipo radioelettrico (soprattutto nei ricevitori radio e TV).

Per evitare queste situazioni si utilizzano filtri di rete di tipo L-C (bobina-condensatore).

A questo punto molti lettori si chiederanno perché non abbiamo usato un comune fotoaccoppiatore per il controllo di ciascun triac: se avessimo utilizzato un fotoaccoppiatore, non riuscendo questo da solo ad eccitare il gate del triac avremmo dovuto inserire anche dei transistor amplificatori, complicando maggiormente lo schema.

L'ACCOPPIAMENTO PER VIA OTTICA

I fotoaccoppiatori, insieme ai fotodiac, come già saprete, si usano principalmente per trasferire un segnale digitale da un apparato ad un altro, tenendo i due elettricamente isolati l'uno dall'altro.

Normalmente un fotoaccoppiatore si presenta come un integrato plastico provvisto di soli 6 terminali.

Di solito i fotoaccoppiatori e i fotodiac sono garantiti per un isolamento da 1000 a 5000 volt, anche se ne esistono altri per i quali viene garantito un isolamento di ben 20.000 volt.

Con i fotodiac utilizzati in questa centralina luci, senza aggiungere transistor, potremo eccitare il gate di ciascun triac mantenendo un isolamento di ben 4000 volt.

Il carico massimo per canale è superiore ai 1000 watt, ma cambiando opportunamente i triac si possono raggiungere potenze nettamente superiori.

Poiché sappiamo che i triac durante la commutazione generano disturbi, abbiamo ritenuto conveniente applicare sulla rete dei 220 volt un filtro antidisturbo (vedi C1, L1, C2).

REALIZZAZIONE PRATICA

Per la centralina luci abbiamo progettato un apposito circuito stampato con dimensioni di 100x180 mm. Come prima cosa dovrete realizzare la basetta utilizzando uno dei tanti sistemi possibili.

Noi consigliamo sempre l'impiego della fotoincisione (dato

che lo stampato è complicato) ma qualsiasi altro metodo va bene.

Dopo aver deciso quale sistema si vuole usare, si procede all'acquisto del materiale occorrente presso negozi specializzati.

Si partirà con il montaggio delle resistenze delle quali sarà necessario preformare i reofori prima di inserirli nei fori del circuito stampato.

Si procede poi con il montaggio degli zoccoli per i due circuiti integrati dip e i sei fotodiac, facendo bene attenzione a saldare accuratamente tutti i piedini dopo averli inseriti.

Completata questa operazione potrete proseguire con i diodi al silicio, non dimenticando che ciascuno di essi è caratterizzato da una polarità che va rispettata.

Proseguite poi montando i condensatori, i triac, i transistor, le morsettiere, la bobina L1 e tutti i ponticelli.

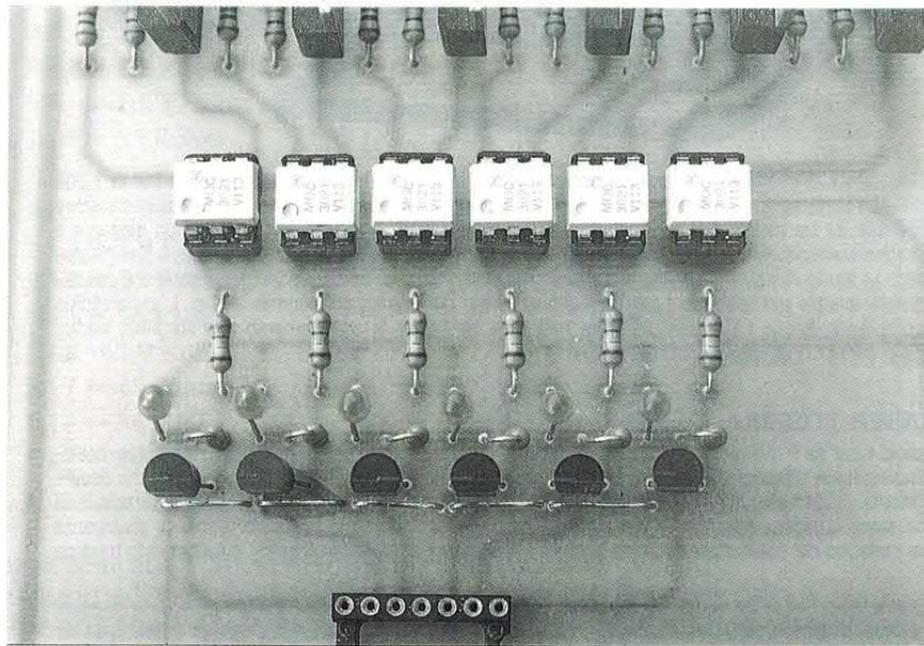
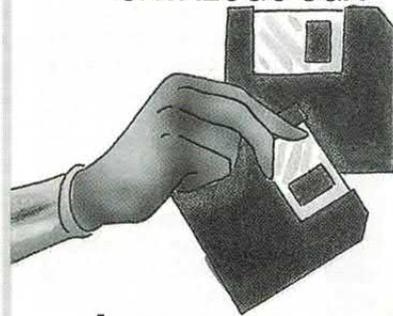
Completato tutto il montaggio, dovrete inserire negli zoccoli gli integrati ICM 7555 e CD 4017 e tutti i fotodiac MOC 3021, cercando di montarli come illustrato nella disposizione componenti.

In questo modulo si lavora con tensioni elevate (220 volt) e si deve far molta attenzione alle saldature, realizzandole con cura per evitare cortocircuiti tra piste o isole troppo vicine: un errore di questo tipo può causare, oltre alla distruzione di qualche componente, anche quella delle piste del circuito stampato.

Si faccia ora una piccola riflessione: ogni canale può controllare 1000 watt; se si vuole lavorare al limite, andrà considerato un assorbimento massimo di 6000 watt, il che sotto una tensione di alimentazione di 220 volt si traduce in una richiesta di corrente di ben 28 ampère!

Pertanto il cavo di collegamento dovrà essere a 3 fili di 4 mm^2 di sezione (uno per la presa di terra che dovrà essere collegata allo chassis del contenitore, nel caso si userà un contenitore metallico). Inoltre, per un impiego a 6000 watt occorrerà stagnare con uno strato spesso le piste verso le lampade. Per le lampade la sezione dei fili potrà essere di 2,5 mm^2.

Se si utilizzerà il sistema per il salotto di una casa sono più che sufficienti 200 watt per canale, con i quali si avrà un consumo di 1200 watt, valore più che ragionevole. In questo caso il cavo di alimentazione sarà da 2,5 mm^2 e quello di collegamento delle lampade da almeno di 1 mm^2.

I cavi che vanno ai potenziometri potranno essere molto sottili e quelli dell'interruttore S1 dovranno essere di 1 mm^2 di sezione. □

Utilizzando dei fotoaccoppiatori aventi un triac come stadio di uscita siamo riusciti a separare galvanicamente la parte di controllo, funzionante a bassa tensione, da quella di potenza, direttamente collegata alla rete-luce a 220 volt.

un mondo di... laser

Se ti interessano i dispositivi laser, da noi trovi una vasta scelta di diodi, tubi, dispositivi speciali. Le apparecchiature descritte in queste pagine sono tutte disponibili a magazzino e possono essere viste in funzione presso il nostro punto vendita. Disponiamo inoltre della documentazione tecnica relativa a tutti i prodotti commercializzati.

novita!

PUNTATORE LASER INTEGRATO

Piccolissimo modulo laser allo stato solido comprendente un diodo a luce visibile da 5 mW, il collimatore con lenti in vetro e l'alimentatore a corrente costante realizzato in tecnologia SMD. Il diametro del modulo è di appena 14 millimetri con una lunghezza di 52 mm. Il circuito necessita di una tensione di alimentazione continua di 3 volt, l'assorbimento complessivo è di 70 mA. Grazie all'impiego di un collimatore con lenti in vetro, la potenza ottica di uscita ammonta a 3,5 mW mentre la divergenza del fascio, con il sistema collimato all'infinito, è di appena 0,4-0,6 milliradianti. Il minuscolo alimentatore in SMD controlla sia la potenza di uscita che la corrente assorbita. Ideale per realizzare puntatori per armi, sistemi di allineamento e misura, lettori a distanza di codici a barre, stimolatori cutanei. Il modulo è facilmente utilizzabile da chiunque in quanto basta collegare ai due terminali di alimentazione una pila a tre volt o un alimentatore DC in grado di erogare lo stesso potenziale.

Cod. FR30 - Lire 145.000

l'alimentatore in SMD

PENNA LASER

Ideale per conferenze e convegni, questo piccolissimo puntatore allo stato solido a forma di penna consente di proiettare un puntino luminoso a decine di metri di distanza. Il dispositivo utilizza un diodo laser da 5 mW, un collimatore con lenti in plastica ed uno stadio di alimentazione a corrente costante. Il tutto viene alimentato con due pile mini-stilo che garantiscono 2-3 ore di funzionamento continuo. L'elegante contenitore in alluminio plastificato conferisce alla penna una notevole resistenza agli urti.

Cod. FR15 - Lire 180.000

MICRO LASER VISION

Generatore di effetti luminosi funzionante a ritmo di musica con possibilità di generare più di 1.000 differenti immagini. Il dispositivo comprende il generatore laser ad elio neon, il sistema di scansione formato da tre motori e il controllo elettronico degli effetti. Il tutto è contenuto in un elegante e pratico contenitore metallico con sistema di regolazione dell'inclinazione. Il dispositivo può funzionare in modo random o a ritmo di musica. Nel primo caso le immagini vengono generate casualmente mentre nel secondo caso la sequenza viene controllata dal segnale audio. L'apparecchio comprende anche l'alimentatore dalla rete luce ed i cavi di collegamento alla sorgente audio.

Cod. FR16 - Lire 650.000

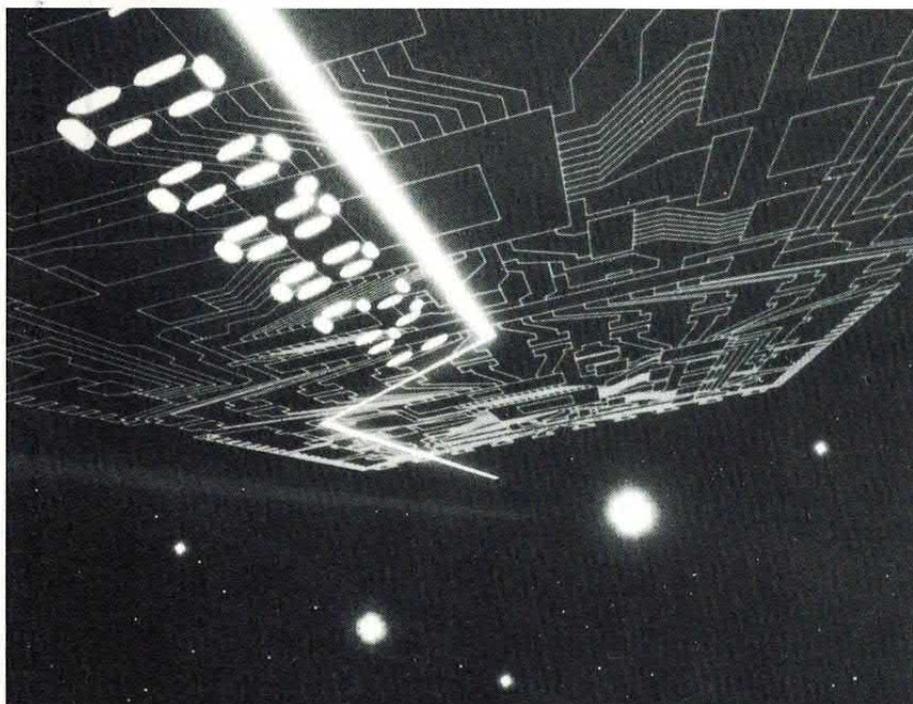
COLLIMATORI OTTICI PER DIODI LASER TOSHIBA

Disponiamo anche dei sistemi di collimazione per diodi laser da 9 millimetri della serie TOLD9000. Il collimatore si adatta perfettamente sia meccanicamente che otticamente a questa serie di diodi. Realizzato in alluminio, il collimatore consente la regolazione della messa a fuoco da poche decine di centimetri all'infinito e la sostituzione del diaframma. Il diametro è di 15 millimetri, la lunghezza di 40. Nel dispositivo vengono utilizzate lenti in vetro con un'attenuazione molto bassa dell'emissione luminosa (circa il 10 per cento). Regolando all'infinito la messa a fuoco, la divergenza del fascio risulta di appena 0,5 milliradianti. Il corpo metallico del collimatore funziona anche da dissipatore di calore limitando l'innalzamento termico del VLD. **Cod. COL - Lire 25.000**

Spedizioni contrassegno in tutta Italia con spese a carico del destinatario. Per ricevere ciò che ti interessa scrivi o telefona a: FUTURA ELETTRONICA Via Zaroli 19 - 20025 LEGNANO (MI) - Tel. (0331) 543480 - (Fax 593149) oppure fai una visita al punto vendita di Legnano dove troverai anche un vasto assortimento di componenti elettronici, scatole di montaggio, impianti antifurto, laser e novità elettroniche da tutto il mondo.

COMPACT INVERTER

UN SEMPLICE INVERTER PER OTTENERE 220 VOLT A 50 HZ PARTENDO DA 12 VOLT IN CONTINUA. LA CARATTERISTICA CHE RENDE PARTICOLARE QUESTO CIRCUITO È IL FATTO CHE RICHIEDE UN TRASFORMATORE CON PRIMARIO SINGOLO.

di DAVIDE SCULLINO

L'inverter, un po' come il temporizzatore, l'amplificatore o l'alimentatore, è un classico progetto che si incontra più o meno frequentemente sfogliando le riviste di elettronica. Noi stessi abbiamo pubblicato in passato diversi progetti, più o meno elaborati e di diverse potenze. Stavolta vogliamo proporre un nuovo progetto di inverter, studiato per ricavare una tensione alternata ad onda quadra, alla frequenza di 50 Hz, di 220 volt, partendo da 12 volt in continua.

Questo inverter può erogare una potenza massima di 100 watt ad un carico funzionante a 220 volt in alternata. Diversamente da tutti i progetti che abbiamo finora pubblicato, quello di questo articolo impiega un trasformatore normalissimo, cioè con un solo primario. Di solito gli inverter c.c./a.c. che siamo abituati a vedere elevano la tensione con un trasformatore che ha il primario simmetrico, cioè a presa centrale; questo perché lavorano in push-pull e in essi la forma d'onda dell'alta tensione si ottiene alimentando alternativamente ora una ora l'altra sezione del primario del trasformatore elevatore.

Gli inverter tradizionali per poter offrire in uscita una tensione davvero alternata (ovvero simmetrica rispetto all'asse degli zero volt) necessitano di un trasformatore le cui sezioni del primario devono essere uguali tra loro; cioè devono avere lo stesso numero di spire e le medesime caratteristiche.

Per questo è preferibile che il trasformatore venga avvolto in bifilare, almeno per quanto riguarda il primario. Questo in alcuni casi è un intoppo per chi vuole autocostruirsi un inverter, perchè un trasformatore con primario a presa centrale avvolto in bifilare non si trova facilmente come uno tradizionale a presa centrale. Certo un trasformatore qualsiasi permette all'inverter di funzionare ugualmente, ma se le due sezioni del primario hanno caratteristiche differenti la tensione ottenuta non ha le semionde della stessa ampiezza e non è quindi proprio alternata.

In considerazione di tutto questo, spinti anche dal desiderio di progettare un dispositivo con soluzioni circuitali originali, abbiamo pensato di preparare un inverter che utilizzasse un trasformatore con primario singolo; in questo modo l'inverter produce una tensione d'uscita perfettamente simmetrica (almeno in teoria) perché lavora sempre un solo avvolgimento primario.

Ma vediamo meglio questo nuovo progetto andando a guardarne lo schema elettrico, qui pubblicato. Il nostro nuovo inverter, funzionando con un trasformatore a primario singolo e dovendo erogare una tensione alternata, deve poter produrre prima del trasformatore una tensione alternata; praticamente la circuiteria di pilotaggio deve alimentare il trasformatore con una tensione che cambia continuamente e periodicamente di polarità.

Partendo da una alimentazione singola, cioè da una tensione positiva rispetto a massa, non sarebbe in teoria possibile pilotare il trasformatore con una tensione ora

il circuito

negativa, ora positiva; in realtà una soluzione c'è e consiste nell'inserire il primario del trasformatore in un circuito di pilotaggio a ponte. Il circuito a ponte non è altro che quello da noi usato, visibile guardando lo schema elettrico.

LO SCHEMA A PONTE

In pratica il primario del trasformatore elevatore viene alimentato da quattro transistor di potenza, pilotati a due a due in modo da invertire la polarità della tensione tra i punti A e B: una volta conducono i transistor T2 e T3, mentre T5 e T6 restano interdetti; la volta successiva conducono T5 e T6, mentre si interdicono T2 e T3. Così la prima volta il punto A diventa positivo rispetto al B e successivamente il punto B diventa positivo rispetto all'A. Vediamo ora nei particolari lo schema elettrico, così da comprendere chiaramente come funziona l'inverter.

Per poter generare una tensione simile a quella di rete occorre prima di tutto produrre una tensione variabile e periodica, con

Il CMOS CD40106, di cui utilizziamo solo tre delle sei porte per far funzionare in opposizione di fase le due sezioni del ponte.

frequenza di 50 Hz; a questo provvede il primo stadio del circuito, quello che fa capo all'integrato U1: un comune NE555 connesso in configurazione astabile. Tra il piedino 3 di U1 e massa si trova una tensione rettangolare e unidirezionale, alla frequenza di 50 Hz.

PER VARIARE LA FREQUENZA

La frequenza è comunque variabile ed aggiustabile agendo sul trimmer R2; il segnale prodotto dall'NE555 viene inviato a due porte logiche inverter: U3-a ed U3-b. La porta U3-a funge da invertitore logico, necessario a pilotare T4 (quindi mezzo ponte) in controfase rispetto al T1 (ovvero l'altra metà del ponte).

U3-c si trova in cascata con la U3-b per annullare l'inversione di fase provocata da quest'ultima. Praticamente dal piedino 4 di U3 esce un segnale rettangolare esattamente in opposizione di fase rispetto a quello che esce dal piedino 6 (sempre di U3). Osserviamo quindi cosa succede ora e lo facciamo analizzando la situazione conseguente ai due strati logici (1 e 0) che contraddistinguono il segnale rettangolare uscente dall'NE555.

Quando il piedino 3 di U1 si trova a livello basso (zero) l'uscita della porta U3-a si trova allo stato opposto, cioè uno; attraverso la resistenza R6 il T4 viene polarizzato direttamente in base e va in conduzione tra collettore ed emettitore. Scorre corrente nel suo collettore e nel suo emettitore e ai capi delle resistenze R9 e R11 si creano due differenze di potenziale di valore sufficiente a polarizzare i transistor T5 e T6; praticamente le cadute di tensione su R9 e R11 polarizzano direttamente la giunzione di base di T5 e quella di T6.

L'INVERTITORE DI FASE

Questi transistor costituiscono mezzo ponte e sono collegati in maniera tale che il collettore del primo (T5) cortocircuita idealmente verso massa il punto A del trasformatore, mentre il collettore del secondo (T6) porta idealmen-

disposizione componenti

te al positivo di alimentazione (+Val) il punto B.

Mentre ciò avviene, lo stato zero all'uscita dell'NE555 determina uno zero anche sul piedino di uscita della porta U3-c (infatti due inverter logici in cascata equivalgono ad una porta non-invertente) e quindi T1 resta in stato di interdizione perché non è polarizzato in base. Ai capi di R7 e R4 non vi è caduta di tensione e i transistor T2 e T3 vengono lasciati in interdizione, con il risultato che è praticamente come se non ci fossero nel circuito.

Quando l'uscita di U1 cambia di stato, cioè va a livello logico uno, tutta la situazione si rovescia: l'uscita di U3-a si porta a zero logico e lascia in interdizione T4; con esso si interdicono T5 e T6 che si trovano praticamente esclusi dal circuito. Lo stato uno sull'uscita dell'NE555 determina uno zero all'uscita della U3-b e un uno sull'uscita di U3-c (piedino 4); T1 va ora in conduzione perché la sua base viene polarizzata direttamente.

COMPONENTI

R1 =1,5 Kohm
R2 = 100 Kohm trimmer
R3 = 47 Kohm
R4 = 150 Ohm 2W
R5 = 820 Ohm
R6 = 820 Ohm
R7 = 150 Ohm 2W
R8 = 47 Ohm 1W
R9 = 150 Ohm 2W
R10 = 47 Ohm 1W
R11 = 150 Ohm 2W
R12 = 82 Kohm
C1 = 100 nF
C2 = 100 nF
C3 = 10 nF
C4 = 2200 µF 35 Vl
C5 = 220 nF
D1 = 1N4004
D2 = LED rosso 5 mm
T1 = BDX53B
T2 = TIP35B
T3 = TIP36B
T4 = BDX53B
T5 = TIP35B
T6 = TIP36B
U1 = NE555
U2 = 7805
U3 = CD40106
TF1 = Vedi testo
Val = 12 volt c.c.

Le resistenze, se non diversamente specificato, sono da 1/4 di watt tolleranza del 5%.

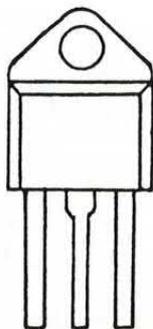
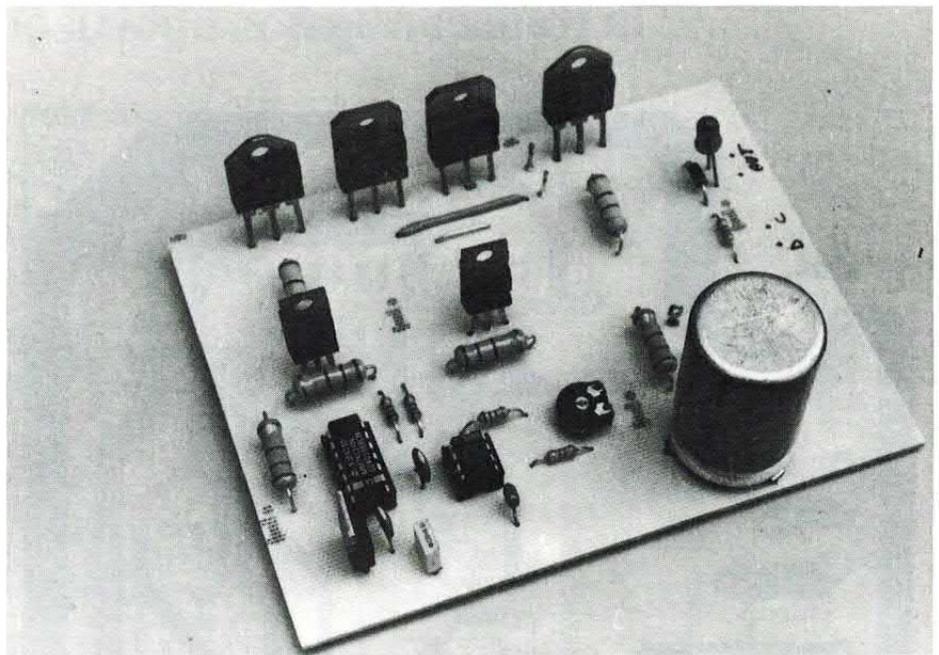
IL TRANSISTOR DOPPIO CARICO

Nel suo collettore e nel suo emettitore scorre corrente, così ai capi di R4 e R7 si creano due cadute di tensione tali da polarizzare la giunzione base-emettitore

dei transistor T2 e T3: questi passano allora dallo stato di interdizione a quello di saturazione e alimentano il primario del trasformatore elevatore: il collettore di T2 chiude idealmente a massa il punto B, mentre il collettore di T3 porta idealmente al positivo di alimentazione (+Val) il punto A.

Si può allora osservare che rispetto a quando l'uscita dell'astabile (U1) era a livello logico basso la situazione si è invertita, cioè si è invertita la polarità della tensione ai capi del primario del trasformatore (TF1).

Prima il punto A era a massa e il B al positivo; ora il punto A si trova ad essere positivo rispetto al B, che è posto praticamente al potenziale di massa. Considerando che la tensione prodotta da U1 è una sequenza periodica di stati logici uno e zero che si alternano, si capisce immediatamente che la tensione ai capi del trasformatore cambierà di polarità periodicamente, nello stesso modo in cui cambia quella che esce dal piedino 3 dell'NE555.

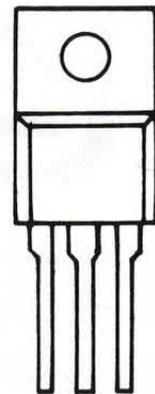
Inoltre, appare evidente che la frequenza della tensione alternata che il ponte applica al primario del trasformatore è la stessa di quella del segnale rettangolare generato dal multivibratore astabile e rilevabile sul piedino 3 di U1. Essendoci una tensione alternata ai capi del primario del TF1, nel secondario verrà indotta una tensione anch'essa alternata; utilizzando un trasformatore con rapporto spire primario/secondario di 1:22 ai capi del secondario si trova una tensione di poco più di 220 volt efficaci (supponendo di alimentare l'inverter con 12 volt continui).

I transistor di potenza sono tutti allineati su un lato della basetta, in modo da poterli appoggiare ad un unico dissipatore.

La tensione alternata si preleva ovviamente dai punti OUT. Un LED opportunamente collegato permette di visualizzare la presenza della tensione 220 V all'uscita dell'inverter. Si noti che U1 e U3 sono alimentati ad una tensione minore di quella di alimentazione: esattamente a 5 volt, ricavati da un regolatore di tensione integrato di tipo 7805. Questa misura è stata presa per ridurre ulteriormente le interferenze dalla linea di alimentazione continua allo stadio pilota.

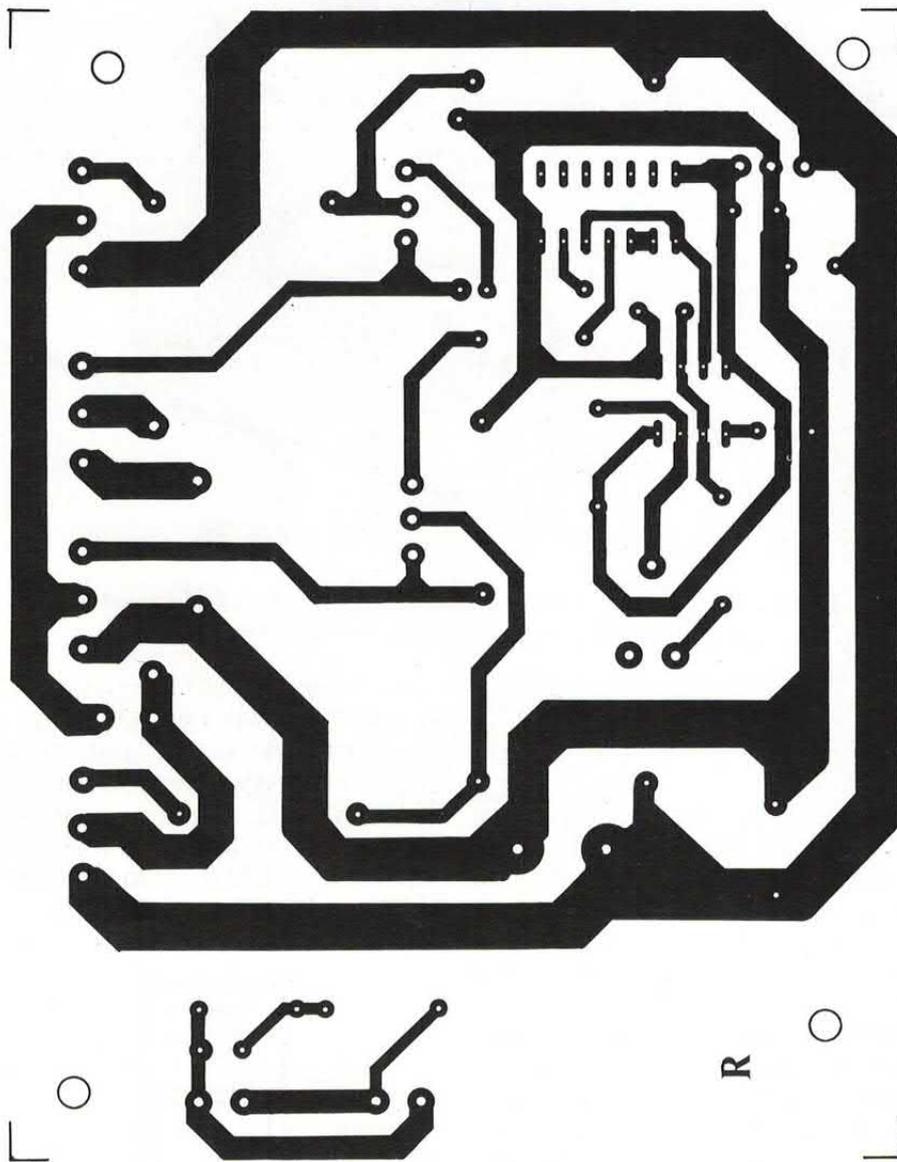
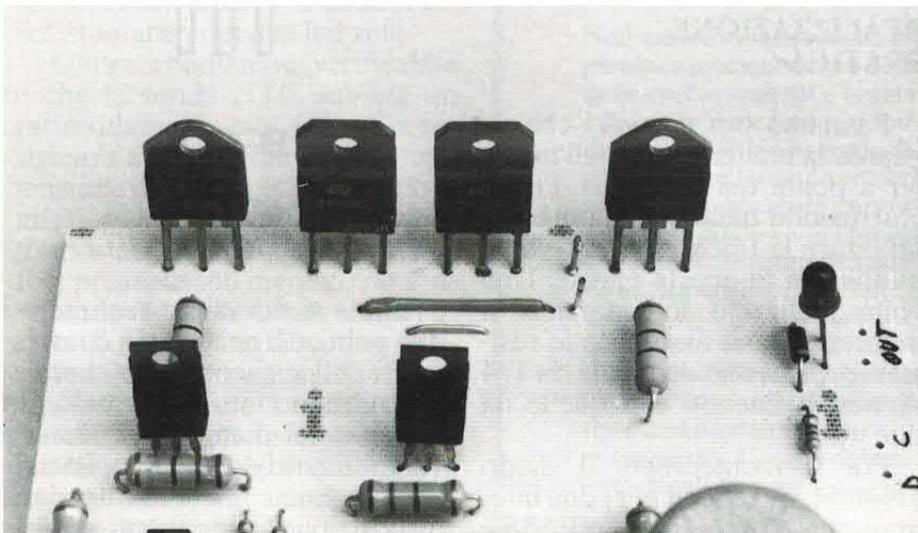
TIP35B - TIP36B

REALIZZAZIONE PRATICA

Passiamo ora a quello che riguarda la realizzazione dell'inverter a ponte qui proposto. Per la costruzione dello stampato basta utilizzare la traccia del lato rame pubblicata in queste pagine. Una volta realizzato lo stampato si monteranno su esso tutte le resistenze, partendo da quelle da 1/4 di watt e finendo con quelle da due watt.

Poi si monteranno: il diodo 1N4004, gli zoccoli per i due integrati dual-in-line (cioè l'NE555 e il CD40106) il trimmer e poi i condensatori non polarizzati (cioè tutti i condensatori escluso l'elettrolitico). Quindi si monteranno tutti i transistor, il regolatore 7805, il LED (tutti in verticale) ed il condensatore elettrolitico.

BDX53B lato scritte.

Infine si dovranno realizzare i due ponticelli necessari a completare i collegamenti dello stampato: andranno fatti utilizzando filo di rame del diametro di almeno 1,3 millimetri ed infilati poi nei rispettivi fori come indicato dalla disposizione componenti pubbli-

la traccia rame

Sopra, traccia lato rame del circuito stampato in scala 1:1. Per il montaggio non dimenticate i ponticelli, che devono essere realizzati con filo di rame del diametro di almeno 1,3 millimetri. I finali è bene isolarli con foglietti di mica.

cata. Per il montaggio di tutti i componenti e soprattutto per il corretto inserimento dei componenti polarizzati (diodi, transistor, integrati e condensatore elettrolitico) è bene effettuare il montaggio tenendo davanti la disposizione componenti.

Gli integrati NE555 e CD40106, se previsti su zoccolo, andranno inseriti alla fine del montaggio della scheda. I quattro transistor del ponte andranno posti a contatto con un dissipatore di calore avente resistenza termica non superiore a 2 °C/W; usando un solo dissipatore per tutti occorrerà interporre tra il corpo dei transistor (aletta metallica posta sul retro) e il dissipatore dei foglietti di mica isolante, perché altrimenti andrebbe in corto l'uscita del ponte con conseguente distruzione del circuito.

Quindi ogni transistor TIP35 o TIP36 dovrà essere isolato dal dissipatore mediante l'inserzione di un apposito foglietto di mica isolante, che garantisce l'isolamento elettrico ed una discreta conducibilità termica. Per migliorare lo smaltimento del calore sarà poi utile interporre tra il corpo di ogni transistor e la rispettiva mica isolante, e tra questa ed il radiatore di calore, uno strato di apposita pasta al silicone per dissipatori.

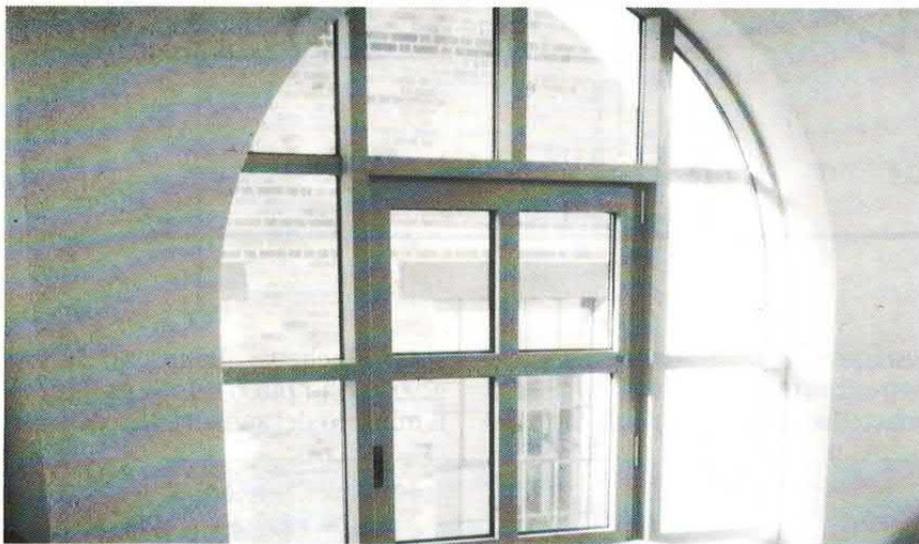
Il primario del trasformatore dovrà essere collegato ai punti A e B dello stampato, mentre il secondario (220 volt) andrà ai punti C e D. Il trasformatore da usare dovrà avere un avvolgimento da 220 volt ed uno da 10 o 11 volt; quello a bassa tensione diventa il primario e quello ad alta tensione il secondario.

Naturalmente il trasformatore dovrà essere del tipo da rete a 50 Hz e la potenza da esso erogabile dovrà essere al limite di 100 watt. Si potranno utilizzare trasformatori con potenza minore, però il carico che si collegherà ai punti «OUT» non dovrà richiedere una potenza superiore a quella del trasformatore, pena una forte caduta di tensione all'uscita e il surriscaldamento del trasformatore stesso.

Oltre i 100 watt è sconsigliabile andare, perché l'inverter funzionerebbe male.

AVVISATORE CON SENSORE A INFRASUONI

DOPO L'ANTIFURTO CON SENSORE AMBIENTALE A INFRASUONI, PROPONIAMO, SFRUTTANDO SEMPRE LO STESSO SENSORE, UN SEMPLICE DISPOSITIVO CHE EMETTE UN SUONO DI AVVISO QUANDO VIENE APERTA UNA PORTA O UNA FINESTRA.

di PAOLO GASPARI

Nel campo degli antifurto, per il rilevamento della presenza o della condizione di allarme sono oggi disponibili diversi tipi di sensori e trasduttori; i radar ad infrarossi passivi, i radar tradizionali (a radiofrequenza) i contatti magnetici Reed, i rilevatori ottici di fumo, i sensori ad assorbimento, i sensori volumetrici ad ultrasuoni (ad effetto Doppler).

Superati i problemi tecnici connessi alla sua realizzazione è stato affiancato ai più comuni sensori un nuovo tipo di sensore ambientale: quello ad infrasuoni. Si tratta di un sensore che posto in un ambiente chiuso da pareti rigide (non un tendone o un «pallone») è in grado di rilevare l'apertura di una porta o di una finestra. Ma come funziona questo sensore?

È subito detto: il rilevamento viene fatto «sentendo» le onde sonore, ovvero lo spostamento d'aria, determinato dall'apertura di una porta o di una finestra.

Queste onde non sono proprio sonore, visto che tale termine designa degli spostamenti d'aria con frequenza percepibile dal nostro orecchio (frequenza da 20 a 20.000 Hz); gli spostamenti d'aria prodotti dall'apertura di una porta o di una finestra hanno invece frequenze ben più basse di quella minima udibile dall'orecchio umano.

Si tratta cioè di frequenze al di sotto dei 20 Hz (infrasuoni).

Il sensore «sente» lo spostamento d'aria, lo distingue da tutte le vibrazioni a frequenza più alta e provvede a dare la segnalazione.

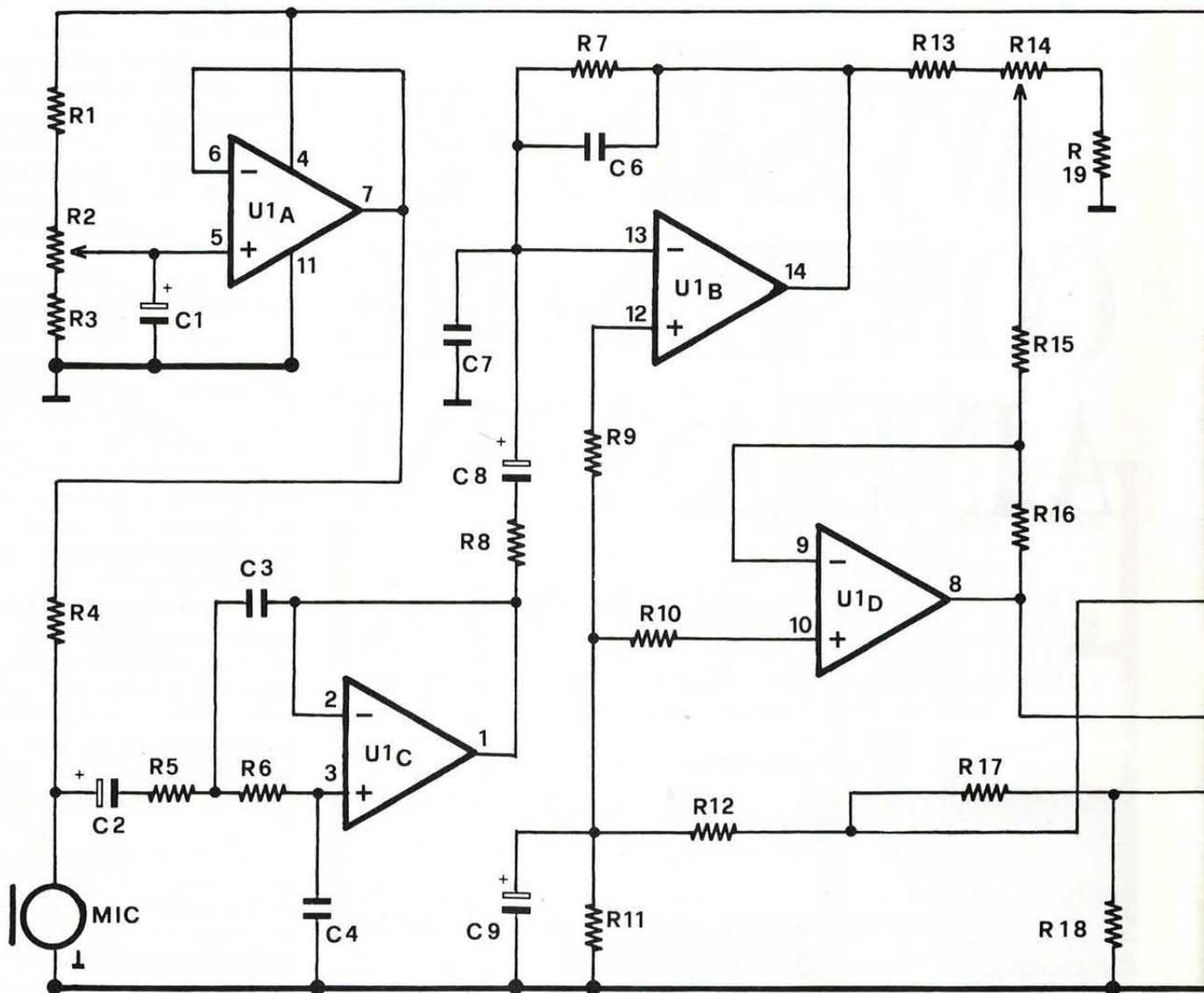
Basandosi sul sensore ad infrasuoni sono stati costruiti dispositivi capaci di controllare interi edifici (purché di dimensioni non mastodontiche) grandi uffici, appartamenti e ville.

Dal canto nostro abbiamo lavorato molto dietro l'idea del sensore ad infrasuoni, riuscendo a metterne a punto uno sufficientemente preciso ed affidabile; lo abbiamo usato in un progetto pubblicato recentemente sulle pagine della rivista: l'antifurto a infrasuoni.

Con lo stesso sensore abbiamo pensato di realizzare altri circuiti; ecco quindi nascere dal nostro laboratorio il dispositivo di cui parleremo in questo articolo. Stavolta proponiamo il progetto di un avvisatore che dà una segnalazione ottica ed acustica ogni volta che nell'ambiente dove si trova vengano aperte una porta o una finestra.

Questo avvisatore è adatto per tutti gli ambienti ed una volta tarato funziona abbastanza precisamente; unico requisito dell'ambiente in cui si desidera metterlo è avere le pareti, quindi anche porte e finestre, sufficientemente rigide.

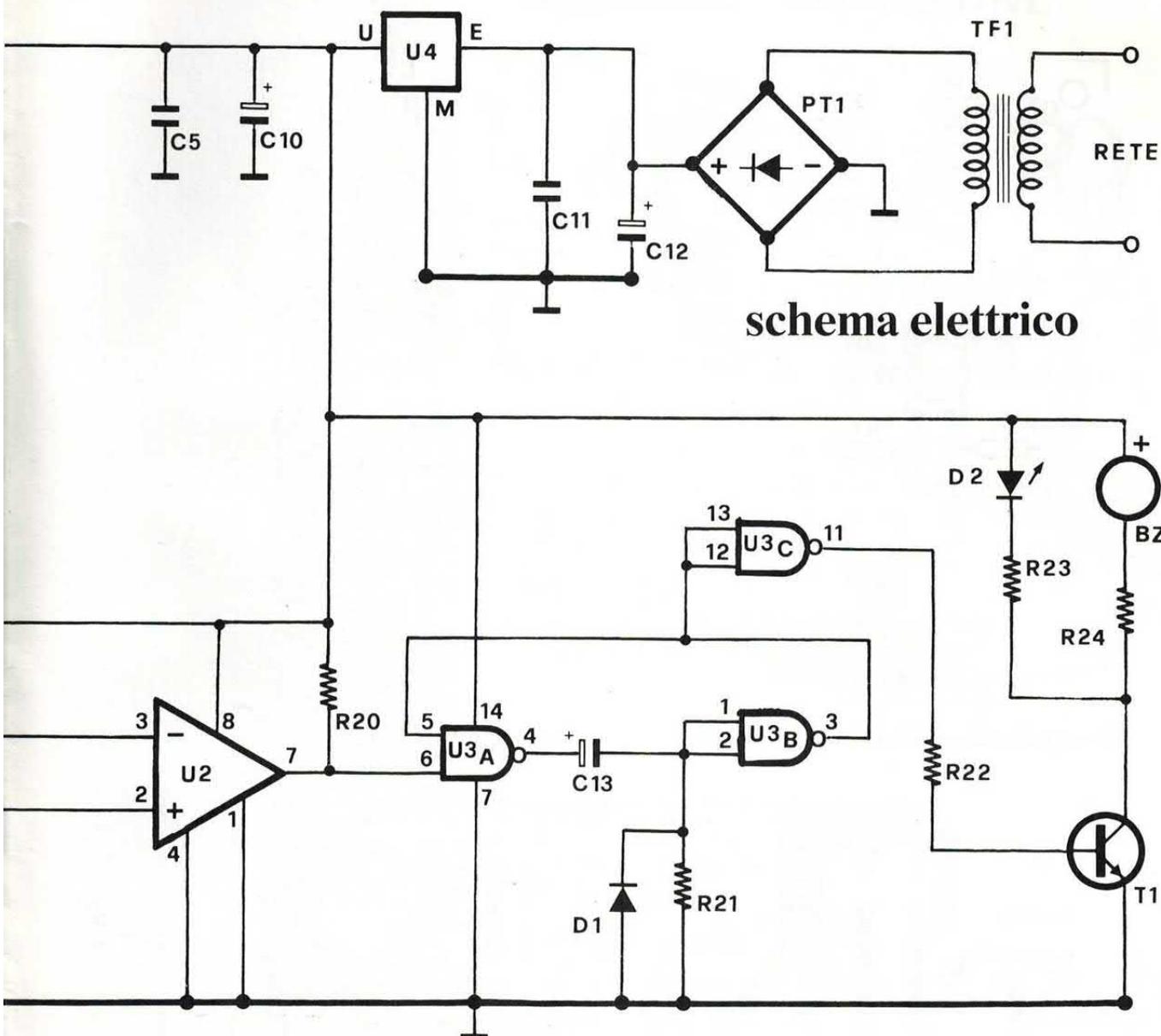
Diversamente il sensore rileva false aperture. Si pensi infatti ad un negozio con ampie vetrate costituite da vetro non troppo spesso; se passa un camion o un autobus lo spostamento d'aria può far vibrare sensibilmente le vetrate, trasmettendo all'interno del locale lo spostamento d'aria e eccitando il sensore ad infrasuoni.

Comunque questo è un caso limite, perché di solito le vetrine dei negozi, per motivi di isolamento

termico e... dai ladri, sono di vetro sufficientemente robusto e rigido. Poi tarando opportunamente la sensibilità del sensore lo si può adattare alle caratteristiche dell'ambiente.

Il nostro avvisatore nasce prevalentemente per l'uso nei negozi, e si propone come una delle migliori soluzioni grazie al fatto che non richiede installazione. Per essere avvisati, se ci si trova nel retrobottega, dell'entrata di un cliente, occorre sempre un campanello collegato ad un interruttore posto sulla porta o una barriera luminosa o ad infrarossi sulla soglia o un sensore ad infrarossi passivi puntato verso l'entrata.

A parte la seccatura dell'installazione, che spesso richiede personale specializzato e numerosi attrezzi (trapano elettrico, scale, martello, ganci, ecc.) bisogna considerare che se gli ingressi del negozio sono più d'uno si moltiplica il numero dei sensori. Il nostro av-

COMPONENTI

R1 = 12 Kohm	R13 = 4,7 Kohm
R2 = 100 Kohm trimmer	R14 = 22 Kohm trimmer
R3 = 12 Kohm	R15 = 470 Kohm
R4 = 4,7 Kohm	R16 = 470 Kohm
R5 = 470 Kohm	R17 = 22 Kohm
R6 = 470 Kohm	R18 = 27 Kohm
R7 = 1 Mohm	R19 = 15 Kohm
R8 = 1,5 Kohm	R20 = 1,5 Kohm
R9 = 220 Kohm	R21 = 330 Kohm
R10 = 100 Kohm	R22 = 12 Kohm
R11 = 22 Kohm	R23 = 1,2 Kohm
R12 = 22 Kohm	R24 = 1 Kohm
	C1 = 10 µF 25Vl
	C2 = 22 µF 25Vl

schema elettrico

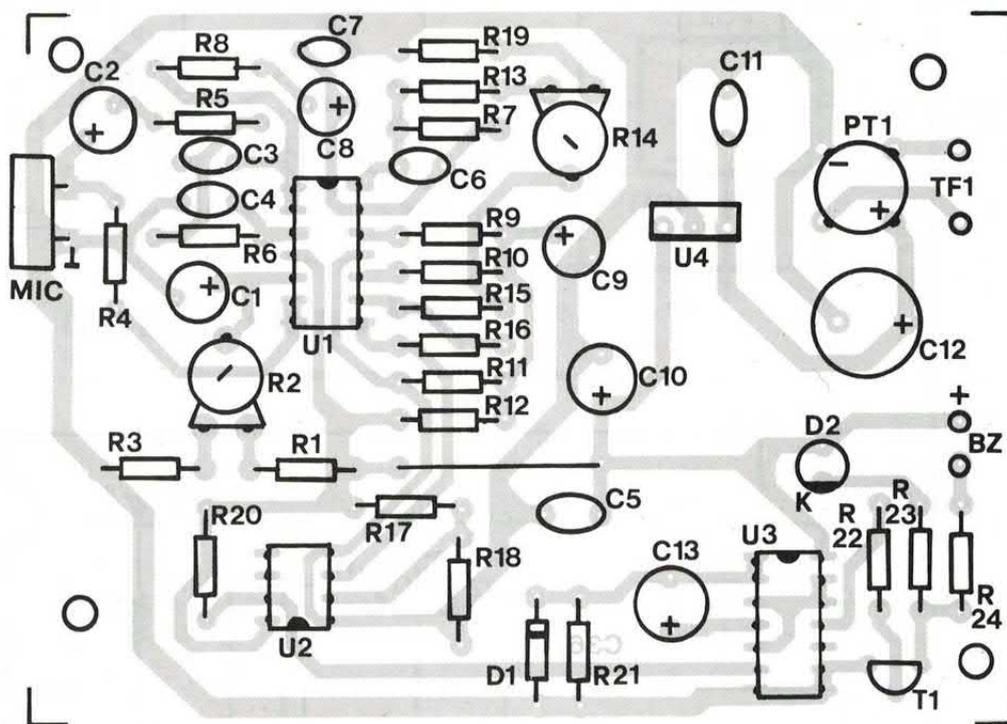
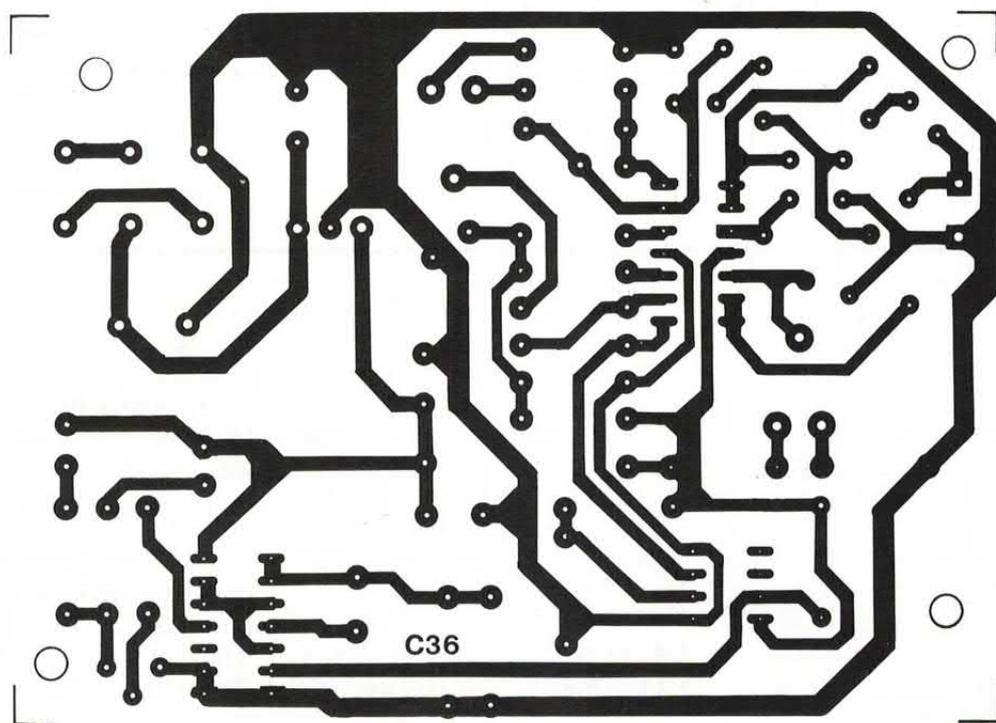
visatore invece richiede solo una presa di corrente alimentata dalla rete-luce a 220 volt.

Poi si può piazzare dappertutto e soprattutto è uno solo, indipendentemente dal numero delle porte o finestre che ha il locale dove viene posto. Infatti il sensore a infrasuoni agisce su un certo volume d'aria chiuso e non direttamente su uno o sull'altro punto di accesso. Vediamo ora di analizzare più tecnicamente il circuito di questo articolo e lo facciamo andandone a vedere lo schema elettrico, al solito pubblicato in queste pagine.

C3 = 100 nF
C4 = 100 nF
C5 = 100 nF
C6 = 100 nF
C7 = 100 nF
C8 = 10 µF 25Vl
C9 = 1 µF 25Vl
C10 = 47 µF 25Vl
C11 = 220 nF poliestere 50Vl
C12 = 1000 µF 25Vl
C13 = 10 µF 25Vl
D1 = 1N4148
D2 = LED rosso 5 mm
T1 = BC547
U1 = LM324
U2 = LM311
U3 = CD4093
U4 = 7812
PT1 = Ponte raddrizzatore 100V 1A
TF1 = Trasformatore con primario 220V 50Hz e secondario 15V 150mA
MIC = Capsula microfonica electret a due fili
BZ = Cicalino piezo 5V

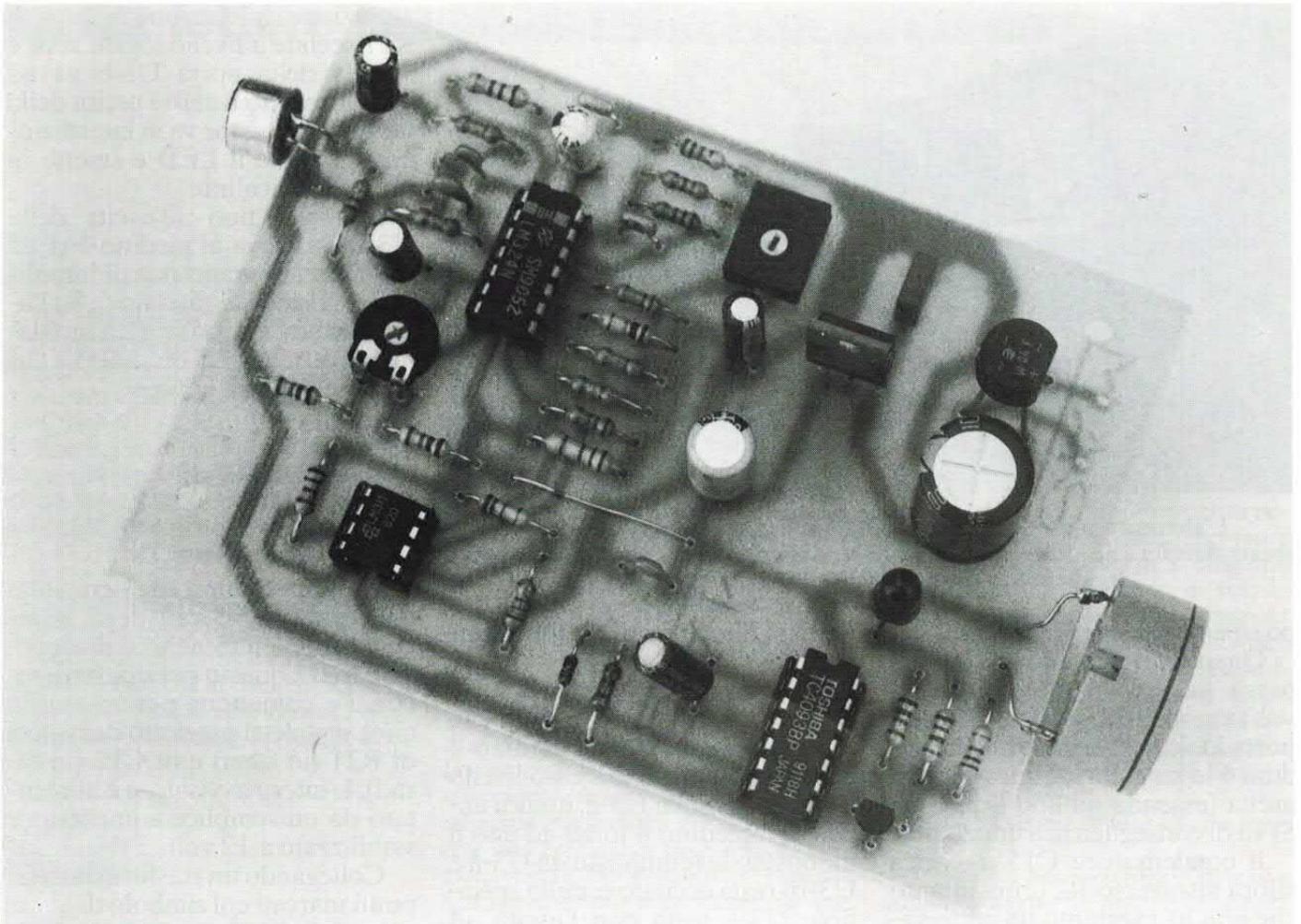
IL SENSORE VOLUMETRICO

Possiamo allora osservare che impiega lo stesso sensore visto per l'antifurto a infrasuoni; cambia qualcosa nel circuito di base, ad

per il montaggio

La capsula microfonica si monta sullo stampato. Qui sotto, traccia rame in scala 1:1.

esempio la presenza del trimmer R14 e del comparatore LM311 per ricavare l'impulso di rilevamento avvenuto.

Il sensore vero e proprio è la capsula microfonica preamplificata «MIC» che è in pratica un microfono tipo electret a due fili. Il microfono electret lo abbiamo scelto perché è molto sensibile alle basse frequenze, anche agli infrasuoni, cioè alle frequenze sotto i 20 Hz; inoltre è molto piccolo, di facile uso, è già amplificato internamente e costa molto poco (un paio di migliaia di lire all'incirca).

Il segnale rilevato dal microfono viene applicato (tramite C2) all'ingresso di un filtro attivo costituito dall'amplificatore operazionale U1-c e dai componenti che lo contornano. Si tratta nell'insieme di un filtro passa-basso che serve a tagliare tutte le fre-

quenze al di sopra di 10 ÷ 15 Hz; il filtro è indispensabile per evitare che il sensore senta suoni con frequenze che non hanno a che fare con gli infrasuoni.

PERCHÈ C'È IL FILTRO

Se il filtro non ci fosse il sensore si ecciterebbe con qualunque vibrazione sonora, di sufficiente intensità, con frequenza entro la banda passante del microfono.

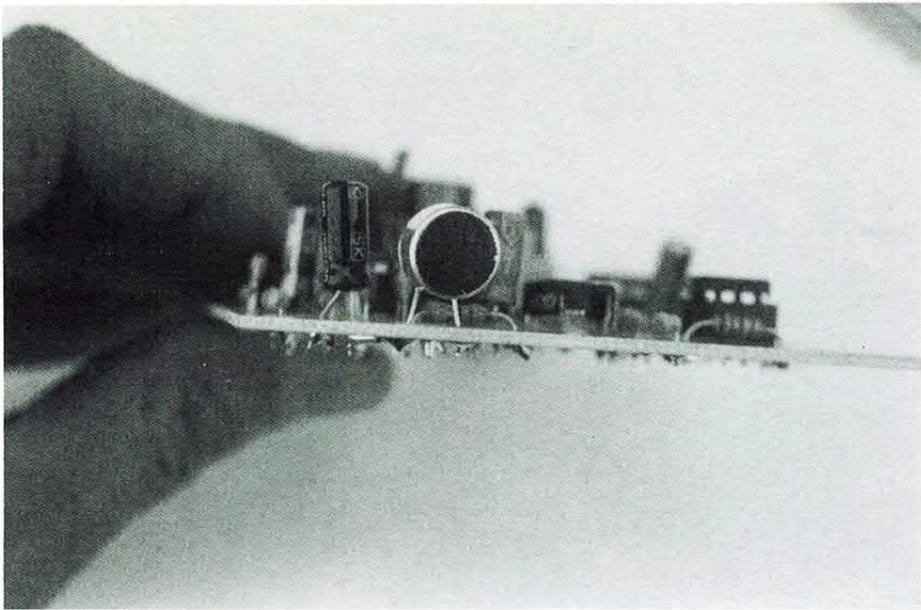
Vediamo, dallo schema elettrico, che il microfono è polarizzato tramite un generatore di tensione che fa capo all'operazionale U1-a; questo si trova connesso come inseguitore di tensione e applica alla R4 lo stesso potenziale presente sul cursore del trimmer R2.

Questo trimmer serve per regolare la tensione di lavoro della capsula, variandone di conseguenza le caratteristiche di sensibilità. Vedremo più avanti che la regolazione di R2 è fondamentale per trovare il punto ottimale di funzionamento dell'avvisatore.

Proseguendo con l'esame dello schema vediamo che il segnale del microfono, filtrato (si noti che U1-c è connesso anch'esso come inseguitore e quindi entro la banda utile non amplifica il segnale) dal primo filtro viene applicato ad un amplificatore di tensione: U1-b.

Prima di giungervi viene però filtrato da una cella passa-basso composta da R8 e C7. Il condensatore C8 fa da disaccoppiamento in continua tra U1-c e U1-b. Quest'ultimo operazionale amplifica e filtra il segnale già filtrato precedentemente e lo offre ai capi del trimmer R14. Questo trimmer permette di dosare il livello del segnale (a bassissima frequenza) variabile che attraverso il buffer U1-d (questo ha guadagno in tensione pari ad uno) giunge al comparatore di tensione U2.

Quest'ultimo ha il compito di fornire in uscita un impulso di tensione a livello basso quando il segnale ricevuto al piedino 3 scende sotto la soglia impostata dal partitore di tensione R17-R18. La resistenza R20 serve per il pull-up dell'uscita dell'LM311, che è di ti-

Con il progetto descritto in questo articolo riprendiamo a parlare di infrasuoni e relativi sensori. Avevamo iniziato il discorso qualche mese fa (dicembre 1992) nel presentare il progetto dell'antifurto da casa con sensore ad infrasuoni, del quale il nostro avvisatore è il cuore. L'antifurto ad infrasuoni ha un solo sensore per tutto l'ambiente da controllare e dispone di tutte le proprietà di una centrale antifurto: attivazione a radiocomando, chiave di disattivazione in emergenza, uscite per sirena o altro avvisatore. L'antifurto ad infrasuoni è disponibile in scatola di montaggio comprendente tutto l'occorrente; le eventuali richieste vanno indirizzate alla ditta Futura Elettronica, via Zaroli 19, 20025 Legnano (MI), telefono 0331/543480.

L'elemento sensore del circuito è una capsula electret-condenser preamplificata a due fili, che ha una banda passante molto estesa verso le basse frequenze ed è quindi sensibile agli infrasuoni.

po open-collector.

Quando il piedino 7 dell'U2 passa dal livello alto (circa 12 volt) a zero (100÷200 millivolt) la porta logica U3-a vede al suo piedino 6 lo stato logico zero e la sua uscita (essendo ad uno il piedino 5) va di conseguenza a uno logico.

Il condensatore C13 si carica allora attraverso R21, ma intanto che non ha raggiunto un certo valore di tensione (circa due terzi della tensione di alimentazione di U3) i piedini 1 e 2 della U3-b si trovano ad uno logico; il piedino 3 della stessa porta va allora a zero e forza ad uno il piedino di uscita della U3-c. Il transistor T1 viene mandato in saturazione; quindi il LED si illumina e il cicalino suona.

La situazione permane finché C13 non si è caricato. Si noti che lo stato logico zero sul piedino 3 della U3-b tiene allo stesso livello il piedino 5 della U3-a; quindi anche se il piedino 6 torna ad uno il monostabile (composto da U3-a e U3-b) resta eccitato e, nello specifico, U3-a resta con l'uscita ad uno.

IL TEMPO DEL MONOSTABILE

Quando la tensione ai capi di C13 ha raggiunto il valore di commutazione, la tensione ai capi di R21 scende a livello logico zero e l'uscita della porta U3-b va ad uno, forzando a zero l'uscita della U3-c; il transistor va in interdizione, si spegne il LED e smette di suonare il cicalino.

Lo stato uno all'uscita della U3-b si ritrova al piedino 5 della U3-a che, in mancanza di impulsi a zero logico sul piedino 6, ha l'uscita a zero. C13 si scarica rapidamente attraverso il diodo D1 e l'uscita della porta U3-a.

REALIZZAZIONE E COLLAUDO

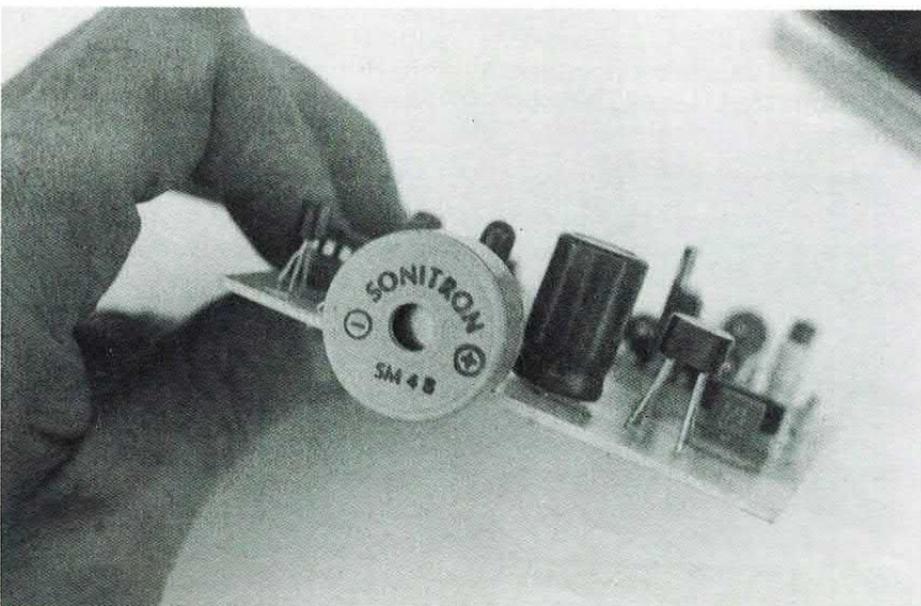
Quindi vediamo che ogni volta che vengono rilevati degli infrasuoni suona il cicalino e si accende il LED; questo per due o tre secondi e comunque per un tempo circa uguale al prodotto dei valori di R21 (in ohm) e di C13 (in farad). L'intero avvisatore è alimentato da un semplice alimentatore stabilizzato a 12 volt.

Collegando un trasformatore ai punti marcati col simbolo di alternata (dello stampato) il ponte raddrizzatore PT1 carica C11 e C12 con una tensione continua, che viene poi limitata e fissata al valore di 12 volt. Naturalmente il trasformatore deve avere il secondario da 15 volt efficaci.

Passiamo ora alla realizzazione dell'avvisatore. Una volta procurato lo stampato (di cui forniamo la traccia lato rame in scala 1:1) si parte col montaggio delle resistenze e del diodo 1N4148; si prosegue con gli zoccoli per i tre integrati dual-in-line e i due trimmer. Si montano poi il LED, il transistor e tutti i condensatori.

In ultimo si collega il microfono (attenzione alla polarità: il negativo è il terminale collegato all'involucro) allo stampato con due fili e si inseriscono gli integrati (non dimenticate di saldare il 7812). Quindi aiutandosi con lo schema elettrico e la disposizione componenti (entrambi pubblicati in queste pagine) si verifica il tutto, correggendo eventuali errori.

Per mettere in funzione il circuito occorre alimentarlo (ai punti contrassegnati col simbolo di al-

L'avvisatore acustico è un cicalino, che potrà essere collocato anche fuori dallo stampato. Se occorre controllare segnalatori più potenti o funzionanti ad alta tensione, al suo posto potrà essere collegata la bobina di un relé a 12V c.c., da 200 mA max.

ternata) con un trasformatore con primario da rete-luce e secondario da 15 volt e 150 milli-ampère di corrente. Si può allora procedere alla taratura.

Portate quindi il cursore di R14 tutto verso R19 (predisposizione alla minima sensibilità). Dopo l'istante di applicazione dell'alimentazione attendete circa tre secondi e verificate che il cicalino sia disattivato e così pure il LED.

Se questo è ancora acceso ed il cicalino suona, ruotate il cursore del trimmer R2 in senso orario fino a trovare il punto in cui si riesce a far spegnere il LED e a tacitare il cicalino.

Considerate, in questa fase, che anche una volta trovato il punto giusto occorrono circa tre secondi per bloccare le segnalazioni, visto che deve azzerarsi il monostabile.

Consigliamo quindi di ruotare il cursore del trimmer in una certa posizione ed attendere tre secondi. Se le segnalazioni restano attive ruotare ancora il cursore (in senso orario) e attendere altri tre secondi e così via fino ad ottenere la disattivazione delle segnalazioni.

Quindi occorre chiudere porte e finestre dell'ambiente in cui si trova il circuito ed attendere qualche secondo. Poi aprite una porta o una finestra e verificate che si accenda il LED e suoni il cicalino.

Se ciò non avviene ruotate il cursore del trimmer R14 verso R13 e ripetete la prova fino a trovare il punto che fa partire le segnalazioni. Se necessario agite anche sul cursore del trimmer R2, precedentemente regolato, se a seguito dell'apertura di una porta le segnalazioni si attivano restando attivate permanentemente (ruotare il cursore in senso orario) o non si attivano (ruotare il cursore in senso antiorario).

Prove ripetute vi permetteranno comunque di capire meglio il meccanismo di regolazione e di prenderci la mano.

Terminate le regolazioni il circuito è pronto per funzionare. Naturalmente è possibile che piazzandolo in un ambiente diverso da quello in cui è stato tarato richieda un ritocco nelle regolazioni.

□

dai lettori

annunci

PER mancato utilizzo svendo il seguente materiale elettronico nuovo: computer «basic tutor» portatile, programmabile in basic, memoria permanente, mini display LCD, tastiera formato standard completo di manuale programmi in italiano; data bank formato carta credito memoria archivio 2K con calcolatrice; caricabatterie nickel cadmio universale; 2 tester analogici in buono stato il tutto a L. 100.000. Scatola esperimenti radioelettronica «Kosmos 3000» circa 170 circuiti elettronici di ogni tipo, nuova inusata L. 80.000. Corso scuola radio elettra «tecnica digitale» buono stato, completo di tutto il materiale e dispense L. 300.000. Pierangelo Discacciati, via Nobel 27, Lissone (MI), tel. 039/465485 (h serali).

VENDO hardware e software per C64 (inviare francobollo per ricevere la lista). Vendo inoltre Game Boy e cartucce per Game Gear: tutto a prezzi modici. Claudio Martini, via Ottimo Anfossi 21, 18018 Taggia (IM), tel. 0184/45274.

VALVOLE per amplificatori e radio antiche (2A3/VT52/211/EL34/KT88/ECC81/82/83/88/EF86/EL3/AZ1/ECH4/U415/ 100 TH/42/45/75/78/6D6/EBL1/EL3/EF9/EF6/B443/EM4/EL41/RG1064 ecc. Libri e schemari per alta fedeltà a valvole e radio a valvole. Schemari audio-tv video. Data sheet e caratteristiche di valvole. Nastri per registratori a bobine Geloso. Trasformatori di uscita per valvole (2A3/VT52/211/EL34/KT88 ecc. ecc.). Telai per ampli valvolari. KIT di montaggio di amplificatore stereo 2 x EL84.
VENDO BC312 funzionante a 220 V con cassetta altoparlante originale. Oscilloscopio doppia traccia 70 Mhz Hameg. Genertore di monoscopio a colori, uscita in SCART e can. 36.
CERCO ricevitore per radioamatore Mosley CM1, libri su ampli a valvole, vecchie riviste di elettronica. Scrivere (francobollo per la risposta) o telefonare ore 20-21. Luciano Macrì, via Bolognese 127, 50139 Firenze, tel. 055/4361624.

GIORNALISTA iscritto albo professionale, qualificata esperienza ventennale, laureato, valuta proposte di collaborazione come Direttore responsabile per nuovi periodici, giornali pubblicitari, riviste... tel. 0432/21837 (lunedì dopo le 15.30).

La rubrica degli annunci è gratis ed aperta a tutti. Si pubblicano però solo i testi chiari, scritti in stampatello (meglio se a macchina) completi di nome e indirizzo. Gli annunci vanno scritti su foglio a parte se spediti con altre richieste. Scrivere a Elettronica 2000, C.so Vitt. Emanuele 15, Milano.

CERCO programmi per Sinclair ZX81 registrati su cassetta a prezzo modico. Scrivere a Paolo Stranieri, via G. De Ruggero 20, 42100 Reggio Emilia.

CENTRALINA antifurto universale mod. LX 543 completa di circuito di alimentazione mod. LX 544. N. 6 ingressi: radar, raggi infr., fotoresistenze, ultrasuoni, interr. magnetici, luce di sbarramento. Prezzo di listino 1990 L. 112.000 vendesi assemblata e mai usata a L. 90.000 trattabili. Antonio ore 14,00/dopo le 20,30. Tel. 080/5231255 Antonio.

VENDO ricevitore TV satellite Technisat ST 4000 S Mac, stereo, 99 canali, telecomando, decoder D2 mac incorporato, come nuovo a sole L. 650.000. Videoproiettore Fuji LCD 20 ÷ 100", 336.000 pixel, ottimo stato a sole L. 3.000.000. Kit TV satellite motorizzato tribanda con antenna da 120 cm. e ricevitore SR6500 a L. 2.600.000. Impianto per ricevere in diretta TV le partite di calcio di serie A. Benedetto 085/4210143 dopo le 20,30.

VENDO PC Z80, costituito da 8 schede, funzionante in parte, al puro costo dei kit di 5 anni fa. L. 1.400.000 trattabili. Valeri Idolo, via C. Serafini n. 53/A, 00164 Roma. Tel. 06/66156882.

UFFICIO MOBILI 3 banconi in legno (piano formica, scaffali e cassetti) lunghezza 100, 300, 150 x 103 vendo a 120 mila lire ciascuno: 0432/565325 ore serali. A Circoli, comunità, associazioni offro a lire 12.000 ciascuna sedie rosse di legno, occasione: 0432/565325, ore serali. Lavagna d'ardesia 100x85 vendo subito: 0432/565325, ore serali. 120.000 lire: poltrona direzionale similpelle più scrivania lignea di 148 cm. vendo. 0432/565325, ore serali.

AMICI DELL'ELETTRONICA il primo club riservato ai lettori di Elettronica 2000 nel sud barese (comuni di Conversano, Rutigliano, Polignano, Castellana, Putignano, Noicattaro, Mola di Bari, Monopoli, Triggiano, Turi e Gioia del Colle). Sei interessato? Contatta, anche solo per avere ulteriori informazioni: Liuzzi Lazzaro, via Lago Sassano 36 B/1 - 70014 Conversano (BA). Ti aspettiamo!!!

VENDO valvole nuove imballate originali anni 60-70 delle migliori marche tipo: EL84 Mullard, 6BQ5 USA, 12AT7 - 12AU7 - 12AX7 - 12AT7WC - 5814A - 5963 - 12AT7WA - 12AX7A MULLARD - 5751W1 - 5963 - 5965 - 6681 - 6201SQ - EL34 - 6L6 - EL33 - 7581A - 6U8 - ECF82 - 5998 - 6AS7G - 6080 - 6080WB - GZ34 MULLARD - 809 RCA - VT4C - 211 - 100TH - NF2 - RS242 ed altre. Borgia Franco, via Valbisenzio 186, 50049 Vaiano (FI) Tel. 0574/987216.